

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010773275 **Image available**

WPI Acc No: 1996-270228/199628

XRPX Acc No: N96-227084

Cold cathode electron emitting device for e.g. flat screen TV monitor -
has glass substrate with high and low potential electrodes mounted on
opposite sides of electron emitter formed in conductive film and
correction electrode adjacent one potential electrode

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: ASAI A; MATSUTANI S; OKUDA M; MASUTANI S

Number of Countries: 007 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 716439	A1	19960612	EP 95308646	A	19951130	199628 B
JP 9082214	A	19970328	JP 95329431	A	19951127	199723
CN 1132406	A	19961002	CN 95120549	A	19951205	199802

Priority Applications (No Type Date): JP 95329431 A 19951127; JP 94329295 A
19941205; JP 95197965 A 19950712

Cited Patents: EP 550335; EP 645794; FR 2708380; US 5340997; WO 9209095; WO
9520821

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 716439	A1	E	51	H01J-003/02	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): DE FR GB IT NL

JP 9082214	A	30	H01J-001/30	
------------	---	----	-------------	--

CN 1132406	A		H01J-031/04	
------------	---	--	-------------	--

Abstract (Basic): EP 716439 A

The electron emitting device includes a quartz glass substrate (1)
on which is formed a conductive film (3). The film lower (4) and higher
(5) potential electrodes with an emitting portion (6,3) between these
two opposite electrodes. A field correction electrode (7) is also
provided adjacent to the lower or higher potential side electrodes and
on a plane higher or lower than the conductive to supply an independent
potential.

When electric power is applied between the electrodes the electron
emitting portion (2) of the emitting portion is formed in the
conductive film. The quantity of emitted electrons can be varied by
decreasing the voltage of the correction electrode with respect to the
lower potential side electrode. A fluorescent display screen is caused
to emit light when activated by the electron beam.

USE/ADVANTAGE - For large flat area image forming appts., colour
display, telephone set display. Has stable and controlled
characteristics with improved emission efficiency. Improved brightness
and raised contrast improve image quality. Display panel can be thinned
and depth of appts. reduced. Size of screen can be easily enlarged. Is
able to display image with feeling of being at live performance with
dynamism.

Dwg.1B/29

Title Terms: COLD; CATHODE; ELECTRON; EMIT; DEVICE; FLAT; SCREEN;
TELEVISION; MONITOR; GLASS; SUBSTRATE; HIGH; LOW; POTENTIAL; ELECTRODE;
MOUNT; OPPOSED; SIDE; ELECTRON; EMITTER; FORMING; CONDUCTING; FILM;
CORRECT; ELECTRODE; ADJACENT; ONE; POTENTIAL; ELECTRODE

Derwent Class: V05

International Patent Class (Main): H01J-001/30; H01J-003/02; H01J-031/04

International Patent Class (Additional): H01J-029/46; H01J-031/10;

H01J-031/12; H04N-005/14

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): V05-D01B3C; V05-D01C5; V05-D05C5; V05-D06A1E

100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-82214

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 1/30			H 0 1 J 1/30	B
				Z
31/12			31/12	C

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願平7-329431	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成7年(1995)11月27日	(72) 発明者	松谷 茂樹 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平6-329295	(72) 発明者	奥田 昌宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(32) 優先日	平6(1994)12月5日	(74) 代理人	弁理士 豊田 善雄 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平7-197965		
(32) 優先日	平7(1995)7月12日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

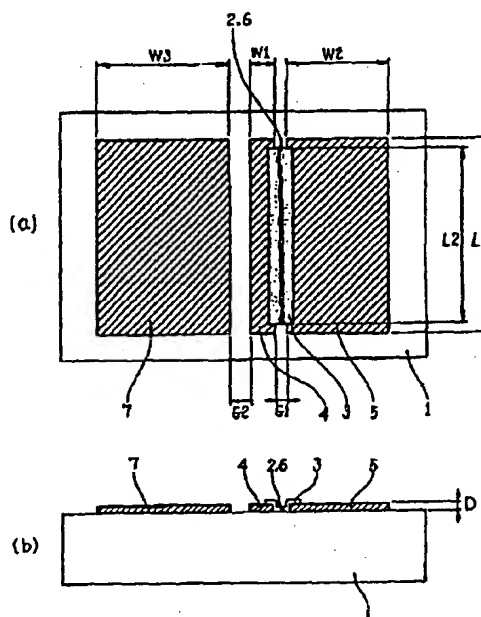
(54) 【発明の名称】 電子放出素子、電子源、及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 高品位画像形成装置を実現し得る電子ビーム源としての電子放出素子を提供する。

【解決手段】 陰極側電極4と陽極側電極5との間に、電子放出部2を有する導電性膜3を備える電子放出素子において、陰極側電極4または陽極側電極5に隣接し、これらの電極とは独立に電位を与えることのできる電界補正電極7を備えていることを特徴とする。

【効果】 電界補正電極7の電位を制御することにより、放出電子の陽極側電極5への落下を防止でき、電子放出効率を大幅に向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する陰極側電極と陽極側電極との間に、電子放出部を有する導電性膜を備える電子放出素子において、該陰極側電極または該陽極側電極に隣接して、該電極とは独立に電位を与えることのできる電界補正電極を備えていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】 前記電子放出部の近傍に、前記電極間に電圧を印加した際の電位分布が急激に変化する亀裂部を有することを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項3】 前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面よりも上部に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項4】 前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面よりも下部に配置さ

れていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項5】 前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面に対して傾斜した面の上に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項6】 請求項2に記載の電子放出素子において、該電子放出素子の上部に電子を捕捉するためのアノード電極を配した時、前記亀裂の中央部と前記陽極側電極上にできる電場の特異点との距離 x_0 が、前記亀裂の中央部と電子が前記亀裂の陽極側から初めて真空中へ射出する位置との距離 l と次式で定義されるパラメータ C の積よりも小さく設定されていることを特徴とする電子放出素子。

【数1】

$$C = \exp \left\{ -5.6 \left(\frac{eV_f}{W_f + eV_f} \right)^2 + 27.3 \left(\frac{eV_f}{W_f + eV_f} \right) - 12.2 \right\} \quad \dots (1) \text{式}$$

ここで、 V_f [V] は前記電極間に印加する電圧、 W_f [eV] は亀裂部付近の物質の仕事関数、 e [C] は電気素量である。

また、陰極側電極に対して前記電界補正電極に加える電圧を V_0 とすると、前記亀裂の中央部と前記陽極側電極上にできる電場の特異点との距離 x_0 は、次式で近似的に与えられるものである。

$$x_0 = \frac{hV_f}{\pi \left(V_0 + \frac{h}{\pi b} V_0 \right)}$$

ここで、 h は、電子放出素子とアノード板との距離、 π は円周率、 V_0 はアノード電極に加える電圧、 b は前記亀裂の中央部と、前記電界補正電極と前記陰極側或いは前記陽極側電極の間のギャップの中央部との距離である。

【請求項7】 前記電界補正電極に加える電圧を経時的に変化させることによって、電子軌道又は電子放出量を変化せしめることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項8】 請求項1～7のいずれかに記載の電子放出素子を、基体上に複数個配置したことを特徴とする電子源。

【請求項9】 請求項8に記載の電子源において、基体上に複数の電子放出素子をマトリクス状に配置し、個々の電子放出素子の一方の電極を行配線に接続し、個々の電子放出素子の他方の電極を前記行配線と直交する列配線に接続したことを特徴とする電子源。

【請求項10】 請求項8に記載の電子源において、基体上に複数の電子放出素子を梯子状に配置し、個々の電子放出素子の両電極を並列に二本の行配線に接続し、更に前記電界補正電極を前記行配線と直交する列配線に接続したことを特徴とする電子源。

【請求項11】 電子放出素子と、画像形成部材と、前記電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて制御するための電子放出素子の駆動装置を有する画像形成装置において、前記電子放出素子が請求項1～7のいずれかに記載の電子放出素子であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項12】 請求項11に記載の画像形成装置にお

いて、前記画像形成部材が蛍光体であることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子、該素子を多数個配置してなる電子源、及び該電子源を用いて構成した表示装置や露光装置等の画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子には大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子の2種類が知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、「FE型」と称す。）、金属/絶縁層/金属型（以下、「MIM型」と称す。）や表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】FE型の例としては、W. P. Dyke and W. W. Dolan, "Field Emission", *Advance in Electron Physics*, 8, 89 (1956) あるいは C. A. Spindt, "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", *J. Appl. Phys.*, 47, 5248 (1976) 等に開示されたものが知られている。

【0004】MIM型の例としては、C. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", *J. Appl. Phys.*, 32, 646 (1961) 等に開示されたものが知られている。

【0005】表面伝導型電子放出素子の例としては、M. I. Elinson, *Radio Eng. Electron Phys.*, 10, 1290 (1965) 等に開示されたものがある。

【0006】表面伝導型電子放出素子は、絶縁性基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等による SnO_2 薄膜を用いたもの、Au 薄膜によるもの [G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$ 薄膜によるもの [M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの [荒木久 他: 真空, 第26巻, 第1号, 22頁 (1983)] 等が報告されている。

【0007】これらの表面伝導型電子放出素子のうち、典型的な素子構成を図28に示す（尚、図28は、本出願人によるものである。）。同図において、2001は基板、2002は電子放出部、2003は電子放出部2

002を含む導電性膜、2004及び2005は素子電極である。

【0008】これらの表面伝導型電子放出素子においては、導電性微粒子からなる導電性膜2003に、予めフォーミングと称される通電処理により電子放出部2002を形成するのが一般的である。フォーミングは、前記導電性膜2003の両端に電圧を印加通電することで通常行われ、導電性膜2003を局部的に破壊、変形もしくは変質させて構造を変化させ、電気的に高抵抗な状態の電子放出部2002を形成する処理である。尚、電子放出部2002では導電性膜2003の一部に亀裂が発生しており、その亀裂付近から電子放出が行われる。

【0009】上述の表面伝導型電子放出素子は、構造が単純であることから、大面積に亘って多数素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を活かすための種々の応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等の画像形成装置への利用が挙げられる。

【0010】従来、多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の表面伝導型電子放出素子の両端（両素子電極）を配線（共通配線とも呼ぶ）にて夫々結線した行を多数行配列（梯子型配置とも呼ぶ）した電子源が挙げられる（例えば、特開昭64-31332号公報、同1283749号公報、同2-257552号公報）。

【0011】また、特に表示装置においては、液品を用いた表示装置と同様の平板型表示装置とすることが可能で、しかもバックライトが不要な自発光型の表示装置として、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と、この電子源からの電子線の照射により可視光を発光する蛍光体とを組み合わせた表示装置が提案されている（アメリカ特許第5066883号明細書）。

【0012】尚、従来、多数の表面伝導型電子放出素子より構成された電子源より、電子放出させ、蛍光体の発光をさせる素子の選択は、上述の多数の表面伝導型電子放出素子を並列に配置し結線した配線（行方向配線と呼ぶ）と、行方向配線と直交する方向に（列方向と呼ぶ）該電子放出素子と蛍光体間の空間に設置された制御電極（グリッドと呼ぶ）への適当な駆動信号によるものである（例えば、本出願人による特開平1-283749号公報等参照）。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前記電子源、画像形成装置等に用いられる電子放出素子を長時間駆動するに際しては、安定で制御された電子放出特性及びその効率の向上が望まれて来た。

【0014】上記の効率とは、例えば前述の表面伝導型電子放出素子であれば、一対の対向する素子電極に電圧を印加したとき、流れる電流（以降、「素子電流 I_f 」と呼ぶ。）に対する真空中に放出される電流（以降、

「放出電流 I_e 」と呼ぶ。)の比を指す、つまり、電子放出効率の向上とは、素子電流 I_f はできるだけ小さくし、放出電流 I_e をできるだけ大きくすることを意味する。

【0015】安定で制御された電子放出特性と効率のより一層の向上がなされれば、例えば蛍光体を画像形成部材とする画像形成装置においては、低電流で明るい高品位な画像形成装置、例えばフラットテレビが実現される。また、低電流化に伴い、画像形成装置を構成する駆動回路等も安価になることも期待できる。

【0016】本発明の目的は、上記事情を鑑み、より高い電子放出効率の達成を可能とする新規な構成を有する電子放出素子、該電子放出素子を多数備えた電子源、さらには該電子源を備えた画像形成装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく成された本発明の構成は以下の通りである。

【0018】即ち、本発明の第一は、対向する陰極側電極と陽極側電極との間に、電子放出部を有する導電性膜を備える電子放出素子において、該陰極側電極または該

陽極側電極に隣接して該電極とは独立に電位を与えることのできる電界補正電極を備えていることを特徴とする電子放出素子にある。

【0019】上記本発明第一の電子放出素子は、さらにその特徴として、「前記電子放出部の近傍に、前記電極間に電圧を印加した際の電位分布が急激に変化する亀裂部を有する」こと、「前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面よりも上部に配置されている」こと、「前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面よりも下部に配置されている」こと、「前記電界補正電極が前記陰極側電極及び前記陽極側電極の配置されている面に対して傾斜した面上に配置されている」こと、「請求項2に記載の電子放出素子において、該電子放出素子の上部に電子を捕捉するためのアノード電極を配した時、前記亀裂の中央部と前記陽極側電極上にできる電場の特異点との距離 x_s が、前記亀裂の中央部と電子が前記亀裂の陽極側から初めて真空中へ出射する位置との距離 l と下記(1)式

【0020】

【数2】

$$C = \exp \left[-5.6 \left(\frac{eV_f}{W_f + eV_f} \right)^2 + 27.3 \left(\frac{eV_f}{W_f + eV_f} \right) - 12.2 \right] \quad \dots (1) \text{式}$$

ここで、 V_f [V] は前記電極間に印加する電圧、 W_f [eV] は亀裂部付近の物質の仕事関数、 e [C] は電気素量である。

また、陰極側電極に対して前記電界補正電極に加える電圧を V_s とすると、前記亀裂の中央部と前記陽極側電極上にできる電場の特異点との距離 x_s は、次式で近似的に与えられるものである。

$$x_s = \frac{hV_f}{\pi \left(V_s + \frac{h}{\pi b} V_s \right)}$$

ここで、 h は、電子放出素子とアノード板との距離、 π は円周率、 V_s はアノード電極に加える電圧、 b は前記亀裂の中央部と、前記電界補正電極と前記陰極側或いは前記陽極側電極の間のギャップの中央部との距離である。

で定義されるパラメータ C の値よりも小さく設定されている」こと、「前記電界補正電極に加える電圧を経時的に変化させることによって、電子軌道又は電子放出量を変化せしめる」こと、をも含むものである。

【0021】また、本発明の第二は、上記本発明第一の電子放出素子を、基体上に複数個配置したことを特徴とする電子源にある。

【0022】上記本発明第二の電子源は、さらにその特徴として、「基体上に複数の電子放出素子をマトリクス状に配置し、個々の電子放出素子の一方の電極を行配線に接続し、個々の電子放出素子の他方の電極を前記行配線と直交する列配線に接続した」こと、「基体上に複数の電子放出素子を梯子状に配置し、個々の電子放出素子の両電極を並列に二本の行配線に接続し、更に前記電界

補正電極を前記行配線と直交する列配線に接続した」こと、をも含むものである。

【0023】更に、本発明の第三は、電子放出素子と、画像形成部材と、前記電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて制御するための電子放出素子の駆動装置を有する画像形成装置において、電子放出素子が上記本発明第一の電子放出素子であることを特徴とする画像形成装置にある。

【0024】

【発明の実施の形態】図28に示したような電子放出素子においては、その構造に起因して、図29に示すように、電子放出部2002より一旦真空中に放出された電子は、射出位置のごく近傍にある導電性膜2003の高電位側若しくは高電位（陽極）側の素子電極2005に捕捉される割合が高く、アノード電極21まで到達できず、電子放出効率を落している要因の一つになってしまう。また、電子放出効率の低い電子放出素子を画像形成装置に用いると必要な放出電流を得るために大きな素子電流Ifが必要となり、その結果、消費電力が大きくなってしまったり、配線抵抗による電圧降下が大きくなり、輝度むらが生じる原因になる。

【0025】上述の本発明は、以上の知見に基づきなされた発明である。

【0026】前記のように、本発明は、電子放出素子、この電子放出素子を複数個備えた電子源、これを用いた画像形成装置に係るもので、各発明の構成及び作用を以下に更に説明する。

【0027】本発明に係る電子放出素子は、先述したような冷陰極型の電子放出素子に分類されるもので、それらの中でも電子放出特性等の観点から特に表面伝導型の電子放出素子が好適である。このため、以下では表面伝導型電子放出素子を例に挙げて説明する。

【0028】本発明の表面伝導型電子放出素子の基本的な構成例を図1に示す。図1中、1は基板、2は亀裂6を含む電子放出部、3は導電性膜、4は陰極側（素子）電極、5は陽極側（素子）電極、7は電界補正電極である。

【0029】基板1としては、例えば石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスバツタ法等によりSiO₂を積層した積層体、アルミナ等のセラミックス等が挙げられる。

【0030】対向する素子電極4、5、及び電界補正電極7の材料としては、一般的導体材料が用いられ、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属あるいは合金及びPd、Ag、Au、RuO₂、Pd-Ag等の金属あるいは金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In₂O₃-SnO₂等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択される。

【0031】素子電極間隔G1は、数百オングストローム

ムから数百マイクロメートルであり、素子電極の製法の基本となるフォトリソグラフィ技術、即ち、露光機の性能とエッチング方法等、及び素子電極4、5間に印加する電圧等により設定されるが、好ましくは数マイクロメートルから数十マイクロメートルである。

【0032】素子電極長さL1及び素子電極の膜厚Dは、電極の抵抗値や、多数配置された電子源の配置上の制約等を考慮して適宜設定され、通常は、素子電極長さL1は数マイクロメートルから数百マイクロメートルであり、素子電極の膜厚Dは数百オングストロームから数マイクロメートルである。

【0033】また、陰極側素子電極4の幅W1は、数百ナノメートルから数百マイクロメートル程度であり、素子電極4、5間に印加される素子電圧V_f、電子放出部2から出射した電子を引き上げるために図29に示したようなアノード電極21に印加されるアノード電圧V_a、アノード電極と電子放出素子との距離h等のパラメータに関連して、適宜決められる。

【0034】陰極側素子電極4と電界補正電極7の間隔G2は数百オングストロームから数百マイクロメートルであり、前述の素子電極間隔G1と同様に、素子電極の製法の基本となるフォトリソグラフィ技術、即ち、露光機の性能とエッチング方法等、及び素子電極4、5間に印加する電圧等により設定されるが、好ましくは数マイクロメートルから数十マイクロメートルである。また、電界補正電極7の幅W3は数百オングストロームから数十ミリメートルの範囲で適宜選択される。

【0035】導電性膜3を構成する材料としては、例えばPd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO₂、In₂O₃、PbO、Sb₂O₃等の酸化物、HfB₂、ZrB₂、LaB₆、CeB₆、YB₆、GdB₆等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WCなどの炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等が挙げられる。

【0036】導電性膜3は、良好な電子放出特性を得るためには、微粒子で構成された微粒子膜であることが特に好ましく、その膜厚は、素子電極4、5へのステップカバレッジ、電子放出部2と素子電極4、5間の抵抗値、電子放出部2の導電性微粒子の粒径及び後述するフォーミング条件等によって適宜選択される。この導電性膜3の膜厚は、好ましくは数オングストロームから数千オングストロームで、特に好ましくは10オングストロームから500オングストロームであり、その抵抗値は、10の3乗から10の7乗オーム/□のシート抵抗値である。

【0037】尚、上記微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微相構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あ

るいは重なり合った状態(いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む)の膜をさす。微粒子膜である場合、微粒子の粒径は、数オングストロームから数千オングストロームであることが好ましく、特に好ましくは10オングストロームから500オングストロームである。

【0038】なお、本明細書では頻繁に「微粒子」という言葉を用いるので、その意味について説明する。

【0039】小さな粒子を「微粒子」と呼び、これよりも小さなものを「超微粒子」と呼ぶ。「超微粒子」よりもさらに小さく、原子の数が数百個程度以下のものを「クラスター」と呼ぶことは広く行われている。

【0040】しかしながら、それぞれの境は厳密なものではなく、どのような性質に注目して分類するかにより変化する。また「微粒子」と「超微粒子」を一括して「微粒子」と呼ぶ場合もあり、本明細書中での記述はこれに沿ったものである。

【0041】例えば、「実験物理学講座14 表面・微粒子」(木下是雄 編、共立出版1986年9月1日発行)では、「本稿で微粒子と言うときにはその直径がだいたい2~3 μ m程度から10nm程度までとし、特に超微粒子というときは粒径が10nm程度から2~3nm程度までを意味することにする。両者を一括して単に微粒子と書くこともあってけっして厳密なものではなく、だいたいの目安である。粒子を構成する原子の数が2個から数十~数百個程度の場合はクラスターと呼ぶ。」(195ページ 22~26行目)と記述されている。

【0042】付言すると、新技術開発事業団の「林・超微粒子プロジェクト」での「超微粒子」の定義は、粒径の下限はさらに小さく、次のようなものであった。

【0043】「創造科学技術推進制度の“超微粒子プロジェクト”(1981~1986)では、粒子の大きさ(径)がおおよそ1~100nmの範囲のものを“超微粒子”(ultra fine particle)と呼ぶことにした。すると1個の超微粒子はおおよそ100~10³個くらいの原子の集合体という事になる。原子の尺度でみれば超微粒子は大~巨大粒子である。」(「超微粒子-創造科学技術」林主税、上田良二、田崎明 編;三田出版 1988年 2ページ1~4行目)/「超微粒子よりさらに小さいもの、すなわち原子が数個~数百個で構成される1個の粒子は、ふつうクラスターと呼ばれる」(同書2ページ12~13行目)。

【0044】上記のような一般的な呼び方をふまえて、本明細書において「微粒子」とは多数の原子・分子の集合体で、粒径の下限は数Å~10Å程度、上限は数 μ m程度のもを指すこととする。

【0045】電子放出部2には亀裂6が含まれており、電子放出はこの亀裂6付近から行われる。この亀裂6を含む電子放出部2及び亀裂6自体は、導電性膜3の膜

厚、膜質、材料及び後述するフォーミング条件等の製法に依存して形成される。従って、電子放出部2の位置及び形状は図1に示されるような位置及び形状に特定されるものではない。

【0046】亀裂6内部には、数オングストロームから数百オングストロームの粒径の導電性微粒子を有することもある。この導電性微粒子は、導電性膜3を構成する材料の元素の一部、あるいは結晶と同様のものである。また、亀裂6を含む電子放出部2及びその近傍の導電性膜3は炭素を主成分とする膜を有する場合もある。

【0047】以上のような構成を有する本発明の表面伝導型電子放出素子において、素子駆動の際、電界補正電極7に与える電位を適宜設定することにより、電子放出部2から出射した電子の陽極側素子電極5への吸い込みによる電子放出効率の低下を防ぐことができる。この原理について図2及び図3を用いて説明する。

【0048】図2は、本発明の表面伝導型電子放出素子の縦断面(図1(b)と同一断面)における素子電極に沿った電位分布を示したものであり、図3は、図28に示したような従来素子における素子電極に沿った電位分布を示したものである。これらの図において、21はアノード電極であって、電子放出部から出射した電子を引き上げるためのものであり、実際に例えば、画像形成装置に應用される場合には、アノード電極21の電位V_aは1kVから10kV程度であり、電子放出素子が形成された基板との距離hは数mm程度である。また、素子駆動時に素子電極4、5間に印加される素子電圧V_pは10Vから20V程度である。

【0049】前記電界補正電極7(図1参照)の無い素子(図28参照)の場合には、図3に示されるように、素子駆動時の電位分布は、陽極側素子電極5上で亀裂6の位置からかなり遠い点において特異点22を持つようになる。この特異点22から電子放出点に至る領域では図3に示すように電界は上方向(アノード電極21方向)を向く。このため、電子放出点から出射した電子は下方向(陽極側素子電極5方向)の力を受けるため、充分大きな上方向の運動エネルギーを持っていない電子はこの領域を通過することができずに陽極側素子電極5に落ちてしまう。

【0050】これに対して本発明の電子放出素子(図1参照)は、陰極側素子電極4の外側に陰極側素子電極4に与える電圧とは異なる電位に設定できる電界補正電極7を備えており、この電界補正電極7の電位設定により、上記特異点に至る領域の電位分布をある程度自由に変えることができる。

【0051】具体的には、例えば電界補正電極7に与える電位を陰極側素子電極4に与える電位に対して高電位に設定することにより、アノード電極に到達する電子の割合を大きくすることができる。これは電界補正電極7に与える電位を陰極側素子電極4に与える電位よりも高

電位にすると、図2に示されるように前述の電場の特異点22の位置が亀裂6の位置に近くなり、一旦放出された電子が下方向の力を受ける領域が小さくなって、陽極側素子電極5に落ち込んでいた電子をアノード電極21に引き寄せることができるからである。

【0052】上記のような本発明の電子放出素子における電界補正、及びこれによる出射電子軌道への作用についてさらに詳しく述べる。

【0053】表面伝導型電子放出素子とそれに対向するアノード電極にそれぞれ電圧を印加した場合の電界分布や電子軌道について本発明者等が行ってきた計算によると、おおよそ次のように仮定することにより、実験事実をある程度説明できることが判明した。

【0054】1. 表面伝導型電子放出素子の亀裂部に於いて、亀裂部の陽極側のある位置から一旦、陽極の外部の真空中に電子が放出される。

【0055】2. 一旦放出された電子は、陰極と陽極で作られる電場内を運動し、陽極側素子電極（または陽極側の導電性膜）上を、電場の特異点（以降よどみ点と呼ぶ）よりも速く到来した電子はアノード板に印加した電圧による電界によって、アノード板に引き寄せられる。

【0056】3. 電場の特異点に到達しない電子は陽極に落下し、一部の電子はここで散乱されて向きを変えられ、再び真空中へ放出される。この散乱を繰り返して電場の特異点を越えた電子はアノード板に到達する。

【0057】ここで、電子放出効率を大幅に上げるためには、上記の電子放出の機構において、一旦放出された電子の大部分が陽極に落下する事無く、アノード板に引き寄せられるような電場条件に設定すればよいことが判る。この条件を満たすように種々のパラメータを調整する具体的な設計手法について説明する。

$$CL > x_0$$

ここでLは、電子が陽極上から初めて放出される位置と、亀裂の中央部との距離である。この距離は亀裂の実効的な幅dと陽極での電子の散乱の平均自由行程λを用いて平均的には下記（4）式のように表されと考えられる。

【0065】

【数4】

$$L = \frac{d}{2} + \lambda \quad \dots (4) \text{式}$$

【0066】また、距離CLは、実験的には、弾性散乱効率の非常に小さい導電性膜や素子電極材料を用いて、フォーミングした素子をある一定時間、後述するような有機物質の存在する真空雰囲気下で一定電圧駆動したとき（但し、アノードは設けない、あるいはアノード電圧 $V_a = 0$ とする）、陽極側素子電極あるいは導電性膜上に堆積するカーボンのうち、亀裂位置から最も近い距離にあるカーボンと亀裂位置との距離として、計測される

【0058】電界補正電極のない表面伝導型電子放出素子（図28参照）においては、電場の特異点の位置は、導電性膜2003に形成された亀裂の位置から下記

（2）式で表される距離 x_0 の位置に生ずる。

【0059】

【数3】

$$x_0 = \frac{d}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{2hV_f}{\pi V_a d} \right)^2} \approx \frac{hV_f}{\pi V_a} \quad \dots (2) \text{式}$$

【0060】ここで、hは表面伝導型電子放出素子とアノード板との距離、 π は円周率、dは亀裂の幅、 V_f は素子に加える電圧、 V_a はアノード板に加える電圧である。

【0061】上記（2）式において二番目の近似等号は $V_f/d \gg V_a/h$ の場合（通常の表面伝導型電子放出素子では十分成立する）に成立する。ここでdは亀裂の実効的な幅である。

【0062】次に、この電場の特異点より内側の領域に於ける電子の運動を計算した結果によると、電子は亀裂部付近の陽極からある運動エネルギーで放出されたとき、その放出位置と亀裂の中央部の距離の最大C倍だけしか陽極での散乱なしには陽極上を飛来できない。ここでCは前記（1）式で示した電子放出時の電子の運動エネルギーによって決まるパラメータである。尚、このパラメータCは、本発明者等による詳しい計算から得られたものである。

【0063】したがって、一旦真空中へ放出された電子のうち、少なくとも一部の電子が、再び陽極上に落下することなく、アノード板に到達する条件は下記（3）式によって表される。

【0064】

$$\dots (3) \text{式}$$

ものである。

【0067】従来の表面伝導型の電子放出素子の代表的な例の場合、 $V_f \approx 15$ (V)、 $h \approx 5$ (mm)、 $V_a \approx 5$ (kV)、 $W_f \approx 4$ (eV)として、上記の条件を満たしているかどうかを計算すると、 $CL \approx 0.3$ (μ m)、 $x_0 \approx 5$ (μ m)となり、上記（3）式の条件に入っていない。いま、仮に、アノード電圧 V_a を変えてこの条件式を満たすようにしようとすると、アノード電圧 V_a を数10kVから数100kV程度印加しなければならず、放電の起こりやすさを考えると、画像形成装置等への応用は事実上不可能であると考えられる。

【0068】一方、本発明の表面伝導型電子放出素子のうち、図1に示した構造の場合、電界補正電極7に印加する電圧を V_c とすると、電子放出に係る電場の特異点は陽極上で亀裂6の位置からおおよそ下記（5）式で表される距離 x_0 の位置にできる。

【0069】

【数5】

$$x_4 = \frac{-\pi b V_a - h V_c + h V_f + \sqrt{(-\pi b V_a - h V_c + h V_f)^2 + 4\pi b h V_a V_f}}{2\pi V_a} \quad \dots(5) \text{式}$$

【0070】ここで、bは、亀裂位置と、素子電極と電界補正電極のギャップの中央部の距離である。その他は、式(1)～(4)と同様である。

【0071】上記(5)式は電界補正電極に加える電圧 V_c が大きい場合には次のように簡略化される。

【0072】

【数6】

$$x_4 \approx \frac{h V_f}{\pi \left(V_a + \frac{h}{\pi b} V_c \right)} \quad \dots(6) \text{式}$$

【0073】上記(6)式の意味するところは電場の特異点の位置に関して、アノード電圧 V_a を上げると全く同じ効果が電界補正電極 V_c に印加する電圧を上げる事によって得られるということである。さらに電界補正電極7はアノード電極21に比べてはるかに電子放出部

2に近い位置に存在しているので、小さい電圧で大きな効果が期待できる。ちなみに、本発明の電子放出素子において、電界補正電極7を設けることは以外に従来の表面伝導型電子放出素子と全く同じ構成にした場合、電界補正電極7に印加する電圧 V_c を+数10Vから+数100V程度にすれば、上記の条件(3)式が満たされる。

【0074】さらに、電界補正電極7を陽極側素子電極5の外側に配置したときも同様の効果が期待できる。この場合は、陽極側素子電極5上にできる電界の特異点によって電子がアノード電極21に到達できるかどうかが決まる。この電場の特異点は V_c がある程度大きいときには下記(7)、(8)式によって近似的に表される。

【0075】

【数7】

$$x_4 = \frac{\pi b V_a + h V_c - h V_f + \sqrt{(\pi b V_a + h V_c + h V_f)^2 - 4\pi b h V_a V_f}}{2\pi V_a} \quad \dots(7) \text{式}$$

$$x_4 \approx \frac{h V_f}{\pi \left(V_a + \frac{h}{\pi b} V_c \right)} \quad \dots(8) \text{式}$$

【0076】つまり、電界補正電極7が陽極側素子電極5の外側に位置しているときも電界補正電極7に印加する電圧 V_c が大きい場合には、電界補正電極7が陽極側素子電極5の外側に位置しているときと同様の設計手法が使える。

【0077】以上説明したように、本発明においては、 V_f 、 V_a 、 V_c 、 L 、 h 、 b 、 W_f 等の各パラメータが前述の条件式を満たすように設定されているのが特に好ましい。これにより、一旦、亀裂付近の陽極から散乱等によって真空中へ放出された電子は、再び陽極上に落ちる事なく、より高い確率でアノード電極21に到達するようになり、電子放出効率が非常に良くなる。

【0078】本発明の表面伝導型電子放出素子の基本構成の製法としては様々な方法が考えられるが、その一例を図4に基づいて説明する。尚、図4において図1と同じ符号は同じ部材を示すものである。

【0079】1) 基板1を洗剤、純水及び有機溶剤により十分に洗浄した後、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積させた後、フォトリソグラフィ技術等により基板1の面上に素子電極4、5、及び電界補正電極7を形成する(図4(a))。

【0080】2) 素子電極4、5等を設けた基板1上に有機金属溶液を塗布して放置することにより、素子電極

4と素子電極5間を連絡して有機金属膜を形成する。尚、有機金属溶液とは、前述の導電性膜3の構成材料の金属を主元素とする有機化合物の溶液である。この後、有機金属膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターンニングされた導電性膜3を形成する(図4(b))。

【0081】尚、ここでは、有機金属溶液の塗布法により説明したが、これに限ることなく、例えば真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等によって形成することもできる。

【0082】3) 続いて、フォーミング工程を施す。このフォーミング工程の方法の一例として通電処理による方法を以下に説明するが、本発明に係るフォーミング工程はこれに限られるものではなく、導電性膜3に亀裂を生じさせて高抵抗状態を形成させる方法であればいかなる方法でも良い。

【0083】素子電極4、5間の不図示の電源より通電すると、導電性膜3の部位に構造の変化した電子放出部2が形成される(図4(c))。この通電処理により導電性膜3を局部的に破壊、変形もしくは変質せしめ、構造の変化した部位が電子放出部2である。

【0084】通電フォーミングの電圧波形の例を図5に

示す。

【0085】電圧波形は、特にパルス波形が好ましく、パルス波高値を定電圧とした電圧パルスを連続的に印加する場合(図5(a))と、パルス波高値を増加させながら電圧パルスを印加する場合(図5(b))とがある。

【0086】まず、パルス波高値を定電圧とした場合について図5(a)で説明する。

【0087】図5(a)におけるT1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、例えば、T1を1マイクロ秒～10ミリ秒、T2を10マイクロ秒～100ミリ秒とし、波高値(フォーミング時のピーク電圧)を前述した電子放出素子の形態に応じて適宜選択して、適当な真空度の真空雰囲気下で、数秒から数十分印加する。尚、印加する電圧波形は、図示される三角波に限定されるものではなく、矩形波等の所望の波形を用いても良く、その波高値及びパルス幅・パルス間隔等についても上述の値に限るものではなく、電子放出部2が良好に形成されるように、電子放出素子の抵抗値等に合わせて所望の値を選択することができる。

【0088】次に、パルス波高値を増加させながら電圧パルスを印加する場合について図5(b)で説明する。

【0089】図5(b)におけるT1及びT2は図5(a)と同様であり、波高値(フォーミング時のピーク電圧)を、例えば0.1Vステップ程度ずつ増加させ、図5(a)の説明と同様の適当な真空雰囲気下で印加する。

【0090】尚、パルス間隔T2中に、導電性膜3を局所的に破壊、変形もしくは変質させない程度の電圧、例えば0.1V程度の電圧で素子電流を測定して抵抗値を求め、例えば1Mオーム以上の抵抗を示したときにフォーミングを終了することが好ましい。

【0091】上記フォーミング工程からそれ以降の工程は、図6に示されるような測定評価系内で行うことができる。この測定評価系について説明する。

【0092】図6において、図1と同じ符号は同じ部材を示す。また、21は電子放出部2より放出される放出電流Ieを捕捉するためのアノード電極、51は素子に素子電圧Vfを印加するための電源、52は素子電極4、5間の導電性膜3を流れる素子電流Ifを測定するための電流計、53はアノード電極21に電圧を印加するための高圧電源、54は電子放出部2より放出される放出電流Ieを測定するための電流計、55は電界補正電極7に電圧を印加するための電源、56は電界補正電極7に流れる電流を検知するための電流計、57は真空装置、58は排気ポンプである。

【0093】表面伝導型電子放出素子及びアノード電極21等は真空装置57内に設置され、この真空装置57には不図示の真空計等の必要な機器が具備されていて、所望の真空下で表面伝導型電子放出素子の測定評価がで

きるようになっている。

【0094】排気ポンプ58は、ターボポンプ、ロータリーポンプ等からなる通常の高真空装置系と、イオンポンプ等からなる超高真空装置系とから構成されている。また、真空装置57全体及び電子放出素子の基板1は、不図示のヒーターにより加熱できるようになっている。尚、この測定評価系は、後述するような表示パネル(図10における201参照)の組み立て段階において、表示パネル及びその内部を真空装置57及びその内部として構成することで、フォーミング工程及び後述するそれ以後の工程における測定評価及び処理に應用することができるものである。

【0095】4)本発明の表面伝導型電子放出素子の場合、電子放出部2を含む領域に炭素及び炭素化合物を堆積する活性化処理を施すのが好ましい。

【0096】電子放出部2を含む領域に炭素及び炭素化合物を堆積する手法としては、有機物質の存在する真空雰囲気下(例えば 10^{-4} ～ 10^{-6} Torr程度の真空度)で、素子電極4、5間に電圧パルスを印加する手法が簡易であることからより好ましい。特に、表面伝導型電子放出素子の場合には、この手法により電子放出特性の著しい改善がなされる。

【0097】活性化処理工程での有機物質の存在する真空雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプなどを用いて真空容器内を排気した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる他、イオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため場合に依り適宜設定される。適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど C_1H_{2n+2} で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど C_2H_4 等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流If、放出電流Ieが、著しく変化するようになる。

【0098】上記炭素及び炭素化合物とは、例えばグラファイト(いわゆるHOPG、PG、GCを包含し、HOPGはほぼ完全なグラファイトの結晶構造、PGは結晶粒が200Å程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が20Å程度になり結晶構造の乱れがさらに大

きくなったものを指す。)、非晶質カーボン(アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す)であり、その堆積膜厚は、好ましくは500オングストローム以下、より好ましくは300オングストローム以下である。

【0099】5)このようにして作製した電子放出素子は、安定化工程を行うことが好ましい。この安定化工程は、真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器内の圧力は、 1×10^{-7} Torr以下が好ましく、さらに 1×10^{-8} Torr以下が特に好ましい。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソーブションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることができる。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱条件は、80~200℃で5時間以上が望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれた条件により行うことができる。

【0100】安定化工程を行った後の、素子駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分な特性を維持することができる。

【0101】このような真空雰囲気下で素子を駆動することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流If、放出電流Ieが安定する。

【0102】以上のようにして得られる本発明の表面伝導型電子放出素子の基本特性について、以下に説明する。

【0103】以下に述べる表面伝導型電子放出素子の基本特性は、図6の測定評価系のアノード電極21の電圧を1kV~10kVとし、アノード電極21と表面伝導型電子放出素子の距離hを2~8mmとして、通常測定を行う。

【0104】まず、放出電流Ie及び素子電流Ifと、素子電圧Vf及び電界補正電極7に加える電圧Vcとの関係の典型的な例を図7(図中の実線)に示す。尚、図7において、放出電流Ieは素子電流Ifに比べて著しく小さいので、任意単位で示されている。尚、縦・横軸ともリニアスケールである。

【0105】図7から明らかなように、本発明の表面伝導型電子放出素子は、放出電流Ieに対する次の4つの特徴的特性を有する。

【0106】まず第1に、本表面伝導型電子放出素子はある電圧(しきい値電圧と呼ぶ:図7中のVth)以上の素子電圧Vfを印加すると急激に放出電流Ieが増加

し、一方、しきい値電圧Vth以下では放出電流Ieが殆ど検出されない。即ち、放出電流Ieに対する明確なしきい値電圧Vthを持った非線形素子である。

【0107】第2に、放出電流Ieが素子電圧Vfに対して単調増加する特性(MI特性と呼ぶ)を有するため、放出電流Ieは素子電圧Vfで制御できる。

【0108】第3に、アノード電極21(図6参照)に捕捉される放出電荷は、素子電圧Vfを印加する時間に依存する。即ち、アノード電極21に捕捉される電荷量は、素子電圧Vfを印加する時間により制御できる。

【0109】第4に、放出電流Ieは、電界補正電極7に加える電圧Vcに対しても変化する。この様子を図7に併せて示す。この図において、 $V_{c1} > V_{c2} > V_{c3}$ であり、Vcに対してもIeは、通常、単調に増加する。

【0110】図7に実線で示した特性は、放出電流Ieが素子電圧Vfに対してMI特性を有すると同時に、素子電流Ifも素子電圧Vfに対してMI特性を有しているが、図7に破線で示すように、素子電流Ifは素子電圧Vfに対して電圧制御型負性抵抗特性(VCNR特性と呼ぶ)を示す場合もある。いずれの特性を示すかは、表面伝導型電子放出素子の製法及び測定時の測定条件等に依存する。但し、素子電流Ifが素子電圧Vfに対してVCNR特性を有する素子でも、放出電流Ieは素子電圧Vfに対してMI特性を有する。

【0111】更に、本発明の電子放出素子の放出電流Ieと電界補正電極7に印加する電圧Vcの関係を図8に示す。図8から明らかなように、補正電圧Vcによって放出電流Ieは大きく変化する。ここで、補正電圧Vcは陰極側素子電極4に対する電圧で定義している。つまり、補正電圧Vcが0Vのときは電界補正電極7が無い従来の表面伝導型電子放出素子の特性とほぼ一致する。

【0112】図8から判るように、本発明の電子放出素子からの放出電流Ieは電界補正電極7に印加する電圧Vcを増やせばそれにしたがって単調的に増加する。これは補正電圧Vcとアノード電圧Vaがほぼ等しくなるまで持続するものであり、図8に示した例では、補正電圧Vcを200V程度とした場合に、従来の表面伝導型電子放出素子に比べて10倍程度に電子放出効率が改善されている。

【0113】さらに、図8から明らかなように、本発明の電子放出素子からの電子放出量は補正電圧Vcを、陰極側素子電極4に対して負にすることにより、減らすことができる。特に、数ボルトから数十ボルト程度の負電圧を印加すると、アノード電極に捕捉される電子量をほとんど0にすることができる。つまり、アノード電極に捕捉される電子の放出量を補正電圧Vcによってスイッチングできるものである。

【0114】電子放出素子の上部に蛍光膜を備えた表示装置のように、蛍光膜を電子線によって励起、発光させる場合、電子線の強度分布によって蛍光板の一部が常に

強い電子線によってさらされ、いわゆる「焼け」と呼ばれる劣化が起こることがあり得る事が知られている。従って、蛍光板の寿命が、電子線の強度の最も強い部分の劣化によって決定される事となる。この寿命を延ばすためには、電子線を均等に照射させる事が重要である。

【0115】上述したような本発明の電子放出素子では、電子放出量を一定に保ちながら、電子線の蛍光面への衝突位置を変化させることができるため、蛍光板の「焼け」を防止し寿命を延ばすことができる。具体的には、経時的に特異点（よどみ点）の位置を変化させないように、即ち、前記式（6）、（8）において、

【0116】

【数8】

$$\left(V_a + \frac{h}{\pi b} V_c\right) \dots (9) \text{式}$$

を一定に保つように、アノード電位 V_a と電界補正電極の電位 V_c を変化させて、蛍光板の電子の到達位置（蛍光位置）を変化させる事により、蛍光板の劣化を防ぐことができる。また、電界補正電極の電位 V_c と素子電圧 V_f を、放出電流 I_e が一定となるように連動して変化させてもよい。

【0117】以上述べてきたような本発明の電子放出素子の特徴的特性のため、複数の素子を配置した電子源や画像形成装置でも、入力信号に応じて、容易に放出電子量を制御することができることとなり、多方面への応用が可能である。

【0118】次に、本発明の電子源の一例として前述の本発明の表面伝導型電子放出素子を複数配置した電子源について述べる。まず、表面伝導型電子放出素子の配列方式について説明する。

【0119】本発明の電子源における表面伝導型電子放出素子の配列方式としては、従来の技術の項で述べたような梯子型配置の他、 m 本の X 方向配線の上に n 本の Y 方向配線を層間絶縁層を介して設置し、表面伝導型電子放出素子の一对の素子電極に夫々 X 方向配線、 Y 方向配線を接続した配置方式が挙げられる。これを以後単純マトリクス配置と呼ぶ。まず、この単純マトリクス配置について詳述する。

【0120】前述した表面伝導型電子放出素子の基本的特性によれば、単純マトリクス配置された表面伝導型電子放出素子における放出電子は、しきい値電圧を超える電圧では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値とパルス幅で制御できる。一方、しきい値電圧以下では殆ど電子は放出されない。従って、多数の表面伝導型電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子に上記パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて表面伝導型電子放出素子を選択し、その電子放出量が制御でき、単純なマトリクス配線だけで個別の表面伝導型電子放出素子を選択して独立に駆動可能となる。

【0121】単純マトリクス配置はこのような原理に基

づくもので、本発明の電子源の一例である。この単純マトリクス配置の電子源の構成について図りに基づいて更に説明する。

【0122】図9において基板1は既に説明したようなガラス板等であり、この基板1上に配列された本発明の表面伝導型電子放出素子104の個数及び形状は用途に応じて適宜設定されるものである。

【0123】 m 本の X 方向配線102は、夫々外部端子 $Dx1, Dx2, \dots, Dxm$ を有するもので、基板1上に、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成した導電性金属等である。また、多数の表面伝導型電子放出素子104にはほぼ均等に電圧が供給されるように、材料、膜厚、配線幅が設定されている。

【0124】 n 本の Y 方向配線103は、夫々外部端子 $Dy1, Dy2, \dots, Dyn$ を有するもので、 X 方向配線102と同様に作成される。

【0125】 n 本の電界補正電極用配線106は、夫々外部端子 $Dc1, Dc2, \dots, Dcn$ を有するもので、 Y 方向配線103と同様に作成され、 Y 方向配線103と一本ずつ交互に並列に形成されている。

【0126】これら m 本の X 方向配線102と、 n 本の Y 方向配線103及び n 本の電界補正電極用配線106間には、不図示の層間絶縁層が設置され、電気的に分離されて、マトリクス配線を構成している。尚、この m, n は共に正の整数である。

【0127】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された SiO_2 等であり、 Y 方向配線103及び電界補正電極用配線106を形成した基板1の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、 Y 方向配線103及び電界補正電極用配線106と、 X 方向配線102の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。

【0128】更に、表面伝導型電子放出素子104の対向する素子電極（不図示）及び電界補正電極（不図示）が、それぞれ m 本の X 方向配線102と、 n 本の Y 方向配線103と、 n 本の電界補正電極用配線106とに、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された導電性金属等からなる結線105によって電気的に接続されているものである。

【0129】ここで、 m 本の X 方向配線102と、 n 本の Y 方向配線103と、 n 本の電界補正電極用配線106と、結線105とは、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、また夫々異なってもよく、前述の素子電極の材料等より適宜選択される。また、表面伝導型電子放出素子104は、基板1あるいは不図示の層間絶縁層上どちらに形成してもよい。

【0130】また、詳しくは後述するが、前記 X 方向配線102には、 X 方向に配列された表面伝導型電子放出素子104の行を入力信号に応じて走査するために、走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が電気的に

接続されている。一方、Y方向配線103には、Y方向に配列された表面伝導型電子放出素子104の列の各列を入力信号に応じて変調するために、変調信号を印加する不図示の変調信号発生手段が電気的に接続されている。更に、各表面伝導型電子放出素子104に印加される駆動電圧は、当該表面伝導型電子放出素子104に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給されるものである。

【0131】次に、以上のような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成される本発明の画像形成装置の一例を、図10～図12を用いて説明する。尚、図10は表示パネル201の基本構成図であり、図11は蛍光膜114を示す図であり、図12は図10の表示パネル201で、NTSC方式のテレビ信号に応じてテレビジョン表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【0132】図10において、1は上述のようにして本発明の表面伝導型電子放出素子を配置した電子源の基板、111は基板1を固定したリアプレート、116はガラス基板113の内面に画像形成部材であるところの蛍光膜114とメタルバック115等が形成されたフェースプレート、112は支持枠である。リアプレート111、支持枠112及びフェースプレート116は、これらの接合部分にフリットガラス等を塗布し、大気中あるいは窒素中で400～500℃で10分以上焼成することによって封着して、外囲器118を構成している。

【0133】図10において、102、103は、表面伝導型電子放出素子104の一对の素子電極4、5（図1参照）と接続されたX方向配線及びY方向配線で、夫々外部端子DxmないしDxm、DylないしDylを有している。また、106は表面伝導型電子放出素子104の電界補正電極と接続された配線で、外部端子Dc1ないしDcnを有している。

【0134】外囲器118は、上述の如く、フェースプレート116、支持枠112、リアプレート111で構成されている。しかし、リアプレート111は主に基板1の強度を補強する目的で設けられるものであり、基板1自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート111は不要で、基板1に直接支持枠112を封着し、フェースプレート116、支持枠112、基板1にて外囲器118を構成してもよい。また、フェースプレート116、リアプレート111の間にスペーサーと呼ばれる不図示の支持体を更に設置することで、大気圧に対して十分な強度を有する外囲器118とすることもできる。

【0135】蛍光膜114は、モノクロームの場合は蛍光体122のみからなるが、カラーの蛍光膜114の場合は、蛍光体122の配列により、ブラックストライプ（図11(a)）あるいはブラックマトリクス（図11(b)）等と呼ばれる黒色導電材121と蛍光体122とで構成される。ブラックストライプ、ブラックマトリ

クスが設けられる目的は、カラー表示の場合必要となる三原色の各蛍光体122間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜114における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。黒色導電材121の材料としては、通常良く用いられている黒鉛を主成分とする材料だけでなく、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料であれば他の材料を用いることもできる。

【0136】ガラス基板113に蛍光体122を塗布する方法としては、モノクローム、カラーによらず、沈澱法や印刷法が用いられる。

【0137】また、図10に示されるように、蛍光膜114の内面側には通常メタルバック115が設けられる。メタルバック115の目的は、蛍光体122（図1参照）の発光のうち内面側への光をフェースプレート116側へ鏡面反射することにより輝度を向上すること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用すること、外囲器118内で発生した負イオンの衝突によるダメージからの蛍光体122の保護等である。メタルバック115は、蛍光膜114の作製後、蛍光膜114の内面側表面の平滑化処理（通常フィルミングと呼ばれる）を行い、その後A1を真空蒸着等で堆積することによって作製できる。

【0138】フェースプレート116には、更に蛍光膜114の導電性を高めるため、蛍光膜114の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0139】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体122と表面伝導型電子放出素子104とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行なう必要がある。

【0140】外囲器118内は、前述の安定化工程と同様に、適宜加熱しながら、イオンポンプ、ソーブションポンプ等のオイルを使用しない排気装置により不図示の排気管を通じて排気し、 10^{-7} torr程度の真空度の有機物質の十分に少ない真空中にした後、封止される。また、外囲器118の封止後の真空度を維持するためにゲッター処理を行うこともできる。これは、外囲器118の封止を行う直前あるいは封止後に抵抗加熱あるいは高周波加熱等により、外囲器118内の所定の位置に配置したゲッター（不図示）を加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、例えば 1×10^{-7} torr以上の真空度を維持するためのものである。

【0141】尚、前述したフォーミング処理以降の表面伝導型電子放出素子の各製造工程は、通常、外囲器118の封止直前に行われるもので、その内容は前述した通りである。

【0142】上述の表示パネル201は、例えば図12に示されるような駆動回路で駆動することができる。

尚、図12において、201は表示パネル、202は走

査回路、203は制御回路、204はシフトレジスタ、205はラインメモリ、206は同期信号分離回路、207は変調信号発生器、 V_x 及び V_a は直流電圧源である。

【0143】図12に示されるように、表示パネル201は、外部端子 $Dx1$ ないし Dxm 、外部端子 $Dy1$ ないし Dyn 及び高圧端子 Hv を介して外部の電気回路と接続されている。この内、外部端子 $Dx1$ ないし Dxm には前記表示パネル201内に設けられている表面伝導型電子放出素子、即ち $m \times n$ 列の行列状にマトリクス配置された表面伝導型電子放出素子群を1行(n 素子ずつ)順次駆動して行くための走査信号が印加される。

【0144】一方、端子 $Dy1$ ないし外部端子 Dyn には、前記走査信号により選択された1行の各表面伝導型電子放出素子の出力電子ビームを制御するための変調信号が印加される。

【0145】また、外部端子 $Dc1$ ないし Dcn には、外部の直流電圧源 V_c より直流電圧が供給される。この直流電圧は、通常、電子放出素子の陽極側素子電極に印加する電位より高電位に設定し、蛍光体に到達する電子量を増やす効果を持つ。

【0146】また、高圧端子 Hv には、直流電圧源 V_a より、例えば10kVの直流電圧が供給される。これは表面伝導型電子放出素子より出力される電子ビームに、蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0147】走査回路202は、内部に m 個のスイッチング素子(図12中 $S1$ ないし Sm で模式的に示す)を備えるもので、各スイッチング素子 $S1 \sim Sm$ は、直流電圧電源 V_x の出力電圧もしくは0V(グラウンドレベル)のいずれか一方を選択して、表示パネル201の外部端子 $Dx1$ ないし Dxm と電気的に接続するものである。各スイッチング素子 $S1 \sim Sm$ は、制御回路203が出力する制御信号 $Tscan$ に基づいて動作するもので、実際には、例えばFETのようなスイッチング機能を有する素子を組み合わせることにより容易に構成することが可能である。

【0148】本例における前記直流電圧源 V_x は、前記表面伝導型電子放出素子の特性(しきい値電圧)に基づき、走査されていない表面伝導型電子放出素子に印加される駆動電圧がしきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【0149】制御回路203は、外部より入力される画像信号に基づいて適切な表示が行われるように、各部の動作を整合させる働きを持つものである。次に説明する同期信号分離回路206より送られる同期信号 $Tsync$ に基づいて、各部に対して $Tscan$ 、 $Tsft$ 及び $Tmry$ の各制御信号を発生する。

【0150】同期信号分離回路206は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から、同期信号成分と

輝度信号成分を分離するための回路で、よく知られているように、周波数分離(フィルター)回路を用いれば、容易に構成できるものである。同期信号分離回路206により分離された同期信号は、これもよく知られるように、垂直同期信号と水平同期信号よりなる。ここでは、説明の便宜上 $Tsync$ として図示する。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上DATA信号と図示する。このDATA信号はシフトレジスタ204に入力される。

【0151】シフトレジスタ204は、時系列的にシリアル入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路203より送られる制御信号 $Tsft$ に基づいて作動する。この制御信号 $Tsft$ は、シフトレジスタ204のシフトクロックであると言い換えてもよい。また、シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(表面伝導型電子放出素子の n 素子分の駆動データに相当する)のデータは、 $Id1$ ないし Idn の n 個の並列信号として前記シフトレジスタ204より出力される。

【0152】ラインメモリ205は、画像1ライン分のデータを必要時間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路203より送られる制御信号 $Tmry$ に従って適宜 $Id1$ ないし Idn の内容を記憶する。記憶された内容は、 $Id'1$ ないし $Id'n$ として出力され、変調信号発生器207に入力される。

【0153】変調信号発生器207は、前記画像データ $Id'1$ ないし $Id'n$ の各々に応じて、表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源で、その出力信号は、端子 $Dy1$ ないし Dyn を通じて表示パネル201内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0154】前述したように、表面伝導型電子放出素子は電子放出に明確なしきい値電圧を有しており、しきい値電圧を超える電圧が印加された場合にのみ電子放出が生じる。また、しきい値電圧を超える電圧に対しては表面伝導型電子放出素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化して行く。表面伝導型電子放出素子の材料、構成、製造方法を変えることにより、しきい値電圧の値や印加電圧に対する放出電流の変化度合いが変わる場合もあるが、いずれにしても以下のことがいえる。

【0155】即ち、表面伝導型電子放出素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えばしきい値電圧以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、しきい値電圧を超える電圧を印加する場合には電子放出を生じる。その際、第1には電圧パルスの波高値を変化させることにより、出力される電子ビームの強度を制御することが可能である。第2には、電圧パルスの幅を変化させることにより、出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0156】従って、入力信号に応じて表面伝導型電子

放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式とパルス幅変調方式とが挙げられる。電圧変調方式を行う場合、変調信号発生器207としては、一定の長さの電圧パルスを発生するが、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調できる電圧変調方式の回路を用いる。また、パルス幅変調方式を行う場合、変調信号発生器207としては、一定の波高値の電圧パルスを発生するが、入力されるデータに応じて適宜パルス幅を変調できるパルス幅変調方式の回路を用いる。

【0157】シフトレジスタ204やラインメモリ205は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでもよく、画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行えるものであればよい。

【0158】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路206の出力信号DATAをデジタル信号化する必要がある。これは同期信号分離回路206の出力部にA/D変換器を設けることで行える。

【0159】また、これに関連して、ラインメモリ205の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器207に設けられる回路が若干異なるものとなる。

【0160】即ち、デジタル信号で電圧変調方式の場合、変調信号発生器207には、例えばよく知られているD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路等を付け加えればよい。また、デジタル信号でパルス幅変調方式の場合、変調信号発生器207は、例えば高速の発振器及び発振器の出力する波数を計数する計数器(カウンタ)及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器(コンパレータ)を組み合わせた回路を用いることで容易に構成することができる。更に、必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0161】一方、アナログ信号で電圧変調方式の場合、変調信号発生器207には、例えばよく知られているオペアンプ等を用いた増幅回路を用いればよく、必要に応じてレベルシフト回路等を付け加えてもよい。また、アナログ信号でパルス幅変調方式の場合、例えばよく知られている電圧制御型発振回路(VCO)を用いればよく、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【0162】以上のような表示パネル201及び駆動回路を有する本発明の画像形成装置は、外部端子Dx1~Dxm及びDy1~Dynから電圧を印加することにより、任意の表面伝導型電子放出素子から電子を放出させることができ、高圧端子Hvを通じて、メタルバック115あるいは透明電極(不図示)に高電圧を印加して電子ビームを加速し、加速した電子ビームを蛍光膜114に衝突させることで生じる励起・発光によって、NTS

C方式のテレビ信号に応じてテレビジョン表示を行うことができるものである。

【0163】尚、以上説明した構成は、表示等に用いられる本発明の画像形成装置を得る上で必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述の内容に限られるものではなく、画像形成装置の用途に適するよう、適宜選択されるものである。また、入力信号としてNTSC方式を挙げたが、本発明に係る画像形成装置はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式等の他の方式でもよく、更にはこれらよりも多数の走査線からなるTV信号、例えばMUSE方式をはじめとする高品位TV方式でもよい。

【0164】次に、前述の梯子型配置の電子源及びこれを用いて構成される本発明の画像形成装置の一例について図13及び図14を用いて説明する。

【0165】図13において、1は基板、104は表面伝導型電子放出素子、304は表面伝導型電子放出素子104を接続する共通配線で10本設けられており、各々外部端子D1~D10を有している。

【0166】表面伝導型電子放出素子104は、基板1上に並列に複数個配置されている。これを素子行と呼ぶ。そして、この素子行が複数行配置されて電子源を構成している。

【0167】各素子行の共通配線304(例えば外部端子D1とD2の共通配線304)間に適宜の駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動することが可能である。即ち、電子ビームを放出させたい素子行にはしきい値電圧を超える電圧を印加し、電子ビームを放出させたくない素子行にはしきい値電圧以下の電圧を印加するようにすればよい。このような駆動電圧の印加は、各素子行間に位置する共通配線D2~D9について、夫々相隣接する共通配線304、即ち夫々相隣接する外部端子D2とD3、D4とD5、D6とD7、D8とD9の共通配線304を一体の同一配線としても行うことができる。

【0168】図14は、上記梯子型配置の電子源を備えた表示パネル301の構造を示す図である。

【0169】図14において、302はグリッド電極、303は電子が通過するための開口、D1~Dmは各表面伝導型電子放出素子に電圧を印加するための外部端子、G1~Gnはグリッド電極302に接続された端子であり、DC1~DCnは、各表面伝導型電子放出素子の電界補正電極に電圧を印加するための外部端子である。また、各素子行間の共通配線304は一体の同一配線として基板1上に形成されている。

【0170】尚、図14において図10と同じ符号は同じ部材を示すものであり、図10に示される単純マトリクス配置の電子源を用いた表示パネル201との大きな違いは、基板1とフェースプレート116の間にグリッド電極302を備えている点である。

【0171】基板1とフェースプレート116の間には、上記のようにグリッド電極302が設けられている。このグリッド電極302は、表面伝導型電子放出素子104から放出された電子ビームを変調することができるもので、梯子型配置の素子行と直行して設けられたストライプ状の電極に、電子ビームを通過させるために、各表面伝導型電子放出素子104に対応して1個ずつ円形の開口303を設けたものとなっている。

【0172】グリッド電極302の形状や配置位置は、必ずしも図14に示すようなものでなくともよく、開口303をメッシュ状に多数設けることもあり、またグリッド電極302を、例えば表面伝導型電子放出素子104の周囲や近傍に設けてもよい。さらには、電界補正電極そのものをグリッドとして用いることもできる。つまり、アノードに流す電子量は図8に示したように電界補正電極に加える電圧 V_c によって制御できる。つまり、表面伝導型電子放出素子104から放出された電子ビームを変調することができるので、梯子型配置の素子行と直交して設けられた電界補正電極に加える電圧を変化させて、下記に示す方法で画像を1ラインずつ表示することが可能となる。

【0173】外部端子D1～Dm及びG1～Gnは不図示の駆動回路に接続されている。そして、素子行を1列ずつ順次駆動（走査）して行くのと同期してグリッド電極302の列に画像1ライン分の変調信号を印加することにより、各電子ビームの蛍光膜114への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。

【0174】以上のように、本発明の画像形成装置は、単純マトリクス配置及び梯子型配置のいずれの本発明の電子源を用いても得ることができ、上述したテレビジョン放送の表示装置のみならず、テレビ会議システム、コンピューター等の表示装置として好適な画像形成装置が得られる。更には、感光ドラムとで構成した光プリンターの露光装置としても用いることができるものである。

【0175】

【実施例】以下に実施例を挙げ、本発明を更に説明する。

【0176】【実施例1】本実施例では、図1に示した構成の本発明の表面伝導型電子放出素子を作製し、その電子放出特性について行った実験について説明する。

尚、図1(a)は素子の平面図を、図1(b)は断面図を示している。

【0177】先ず、図4を用いて本実施例の表面伝導型電子放出素子の製造方法を説明する。

【0178】【工程-a】清浄化した基板ガラス上に厚さ0.5 μ mのシリコン酸化膜をスパッタ法で形成した基板1上に、素子電極4、5及び電界補正電極7のパターンをホトレジスト(RD-2000N-41/日立化成社製)で形成し、真空蒸着法により、厚さ50ÅのTi、厚さ1000ÅのNiを順次堆積した、ホトレジス

トパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフして、素子電極4、5及び電界補正電極7を形成した。

【0179】尚、素子電極間隔G1は2 μ mとし、素子電極の長さL1を300 μ mとした。また、陰極側素子電極4の幅W1は2 μ mとし、スペーシングG2を2 μ mとしてそのすぐ外側に長さ300 μ m、幅W3が300 μ mの電界補正電極7が配置されるようにした。

【0180】【工程-b】続いて、素子電極間ギャップG1及びこの近傍に開口を有するマスクを用い、その上に膜厚1000ÅのCr膜を真空蒸着により堆積・パターンニングし、その上に有機Pd(ccp4230/興野興業(株)製)をスピンナーにより回転塗布し、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。次に、Cr膜を酸エッチャントによりエッチングして所望の導電性膜3のパターンを形成した。

【0181】尚、導電性膜3の長さL2は50 μ mとした。また、こうして形成された主として酸化パラジウムよりなる微粒子からなる導電性膜3の膜厚は100Å、シート抵抗値は $2 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。

【0182】【工程-c】次に、素子電極4、5、電界補正電極7及び電子放出部形成用薄膜3を形成した上記基板1を図6の測定評価系の真空装置57内に設置し、排気ポンプ58にて排気して、真空装置57内を 2×10^{-5} Torrの真空度とした。この後、素子の素子電圧 V_f を印加するための電源51より、素子電極4、5間に電圧を印加し、通電処理（フォーミング処理）を行い、電子放出部2を形成した。このフォーミング処理には図5(b)に示した電圧波形を用いた。

【0183】本実施例では、図5(b)中のT1を1ミリ秒、T2を10ミリ秒とし、三角波ではなく矩形波を用い、矩形波の波高値（フォーミング時のピーク電圧）は0.1Vステップで昇圧し、フォーミング処理を行った。また、フォーミング処理中は、同時に、0.1Vの電圧でT2間に抵抗測定パルスを挿入して素子抵抗を測定した。尚、フォーミング処理の終了は、抵抗測定パルスでの測定値が約1M Ω 以上になった時とし、同時に、素子への電圧の印加を終了した。その結果、本実施例の素子ではフォーミング時の電圧 V_f が5.0V程度であった。

【0184】【工程-d】続いて、フォーミング処理した素子に、上記工程cと同じ周期T2、パルス幅T1の波高値14Vの矩形波を印加して、約30分間、活性化処理を行った。尚この時の真空装置57内の真空度は 1.5×10^{-5} Torrであった。

【0185】以上のようにして作製した電子放出素子を素子Aと呼ぶ。また、電界補正電極7を設けないこと以外は、上記素子Aと全く同様にして比較用の素子を作製した。以下、これを素子Bと呼ぶ。

【0186】上記素子A及び素子Bの電子放出特性の測

定を、引き続き上記の測定評価系を用いて行った。尚、測定条件は、アノード電極21と電子放出素子間の距離 l_1 を5mm、アノード電極21の電位を5kV、真空装置57内の真空度を 1×10^{-6} Torrとした。

【0187】素子A、Bとも、素子電極4、5間に素子電圧を16V印加して、その時に流れる素子電流 I_f 及び放出電流 I_e を測定した。その結果、素子A、素子Bともに、測定初期より、安定した素子電流 I_f 、放出電流 I_e が観察された。

【0188】また、素子Aにおいて電界補正電極7に加える電圧 V_c を変えながら放出電流 I_e を測定したところ、図15に示すような結果が得られた。即ち、電界補正電極7に加える電圧 V_c によって電子放出効率は変わり、この補正電圧 V_c に対して電子放出効率は単調に増加する傾向にあった。また、前述の(3)式を満たす範囲では特に高い電子放出効率が得られた。具体的には、補正電圧 V_c が300V、素子電圧 V_f が16Vのとき、素子電流 I_f が0.8mAであったので、電子放出効率はおよそ2.0%となった。

【0189】一方、比較用の素子Bにおいては、素子電圧 V_f が16Vのとき、素子電流 I_f が0.8mA、放出電流 I_e が0.8 μ Aと測定され、電子放出効率は0.1%であった。

【0190】以上より、本発明による素子Aは、従来の素子Bに比べて最大で20倍程度の高い電子放出効率を示したことになる。つまり、素子Aでは、一旦真空中に放出された電子のうち、再び電極に落ちてしまう部分を抑えることができたと考えられる。

【0191】【実施例2】実施例1においては、電界補正電極7を素子電極4、5と同じ面内に配置していたが、本実施例では図16に示されるように、電界補正電極7を素子電極4、5と同一平面上にない位置に形成した。

【0192】尚、図16において図1の符号と同一符号のものは同等部材を示している。また、素子製造及び電子放出特性の測定の実験は実施例1に準じて行われるため、その詳細については省略する。

【0193】本実施例においては、陰極側素子電極4の幅 W_1 は2 μ m、陰極側素子電極4と電界補正電極7の間の段差は2 μ m、陰極側素子電極4と電界補正電極7の水平方向の間隔 G_2 は4 μ m、電界補正電極7の長さ L_1 は300 μ mとした。

【0194】本実施例の素子では、実施例1と同様な駆動条件のもとで、素子電流 I_f は0.8mA、放出電流 I_e は電界補正電極7に印加する電圧 V_c に対して図17のように変化した。補正電圧 V_c としては、実施例1に比べて高い電圧が必要となるが、 $V_c = 300$ Vのとき、電子放出効率は約1.5%であった。

【0195】【実施例3】実施例1、2では、電界補正電極を陰極側素子電極の隣に配置した例を示したが、本

実施例では、電界補正電極を陽極側素子電極に隣接して配置した例を示す。

【0196】図18に本実施例の電子放出素子を示す。図18(a)は平面図、図18(b)は図18(a)のA-A'断面図であり、図1の符号と同一符号のものは、同等部材を示している。

【0197】本実施例の素子製造及び電子放出特性の測定の実験は、実施例1、2に準じて行われるため、その詳細については省略する。

【0198】本実施例においては、陽極側素子電極5の幅 W_2 は2 μ m、陽極側素子電極5と電界補正電極7の間の段差は2 μ m、陽極側素子電極5と電界補正電極7の水平方向の間隔 G_2 は4 μ m、電界補正電極7の長さ L_1 は300 μ mとした。

【0199】本実施例の素子では、実施例1と同様な駆動条件のもとで、素子電流 I_f は0.8mA、放出電流 I_e は電界補正電極7に印加する電圧 V_c に対して図19のように変化した。 $V_c = 10$ V付近に放出電流 I_e のピークを持つのは、素子電極に対して低い位置に電界補正電極を設けたためと考えられる。

【0200】【実施例4】実施例2、3においては、基板1の掘り下げた部位に電界補正電極7を形成したが、本実施例では図20に示されるように、電界補正電極7を素子電極4、5よりも基板1上の高い位置（測定時におけるアノード電極寄り）に形成した。

【0201】尚、図20において図1の符号と同一符号のものは同等部材を示している。また、素子製造及び電子放出特性の測定の実験は実施例1に準じて行われるため、その詳細については省略する。

【0202】本実施例においては、陰極側素子電極4の幅 W_1 は2 μ m、陰極側素子電極4と電界補正電極7の間の段差は2 μ m、陰極側素子電極4と電界補正電極7の水平方向の間隔 G_2 は4 μ m、電界補正電極7の長さ L_1 は300 μ mとした。

【0203】本実施例の素子では、実施例1と同様な駆動条件のもとで、素子電流 I_f は0.8mA、放出電流 I_e は電界補正電極7に印加する電圧 V_c に対して図21のように変化した。補正電圧 V_c としては、実施例1及び実施例2に比べて低い電圧でよく、 $V_c = 300$ Vのとき、電子放出効率は約2.3%であった。

【0204】【実施例5】実施例2、3においては、電界補正電極7を、基板1を掘り下げた部位に素子電極4、5と平行に形成したが、本実施例では図22に示されるように、電界補正電極7を、素子電極4、5に対して傾けて形成したものである。

【0205】実施例3においては、電界補正電極7に印加する電圧を高くしすぎると、電界補正電極7側に飛来してきた電子は全てこの上に落下してしまうようになる。これは、アノード電圧によって電界補正電極7の上部に作られる電界よりも、電界補正電極7に印加される

電圧による電界の方が大きくなってしまふためである。

【0206】このため本実施例では、図22の構成とすることにより、上記の現象を抑制し、しかも、電界補正電極7に印加する電圧によって電子を遠くに飛来させようとするものである。

【0207】尚、図22において図1の符号と同一符号のものは同等部材を示している。また、素子製造及び電子放出特性の測定の実験は実施例1に準じて行われるため、その詳細は省略する。

【0208】本実施例の表面伝導型電子放出素子においては、素子電極4、その間隔G1は2 μ m、陽極側素子電極5の幅W2は2 μ m、陽極側素子電極5と電界補正電極7の間隔G2は4 μ m、電界補正電極7の幅W3は300 μ m、段差部分の高さD1を2 μ m、電界補正電極7の傾き角 θ は45度とした。

【0209】本実施例の素子では、実施例1と同様の駆動条件のもとで、素子電流I_fは1.5mA、放出電流I_eは電界補正電極7に印加する電圧V_cに対して図23のように変化した。

【0210】本実施例では、実施例3に比べて、同じ効率を得るにはより高い電圧V_cが必要になるが、V_cが低い電圧のとき電子が電界補正電極7に落ちることなくアノード電極21(図6参照)に到達するため、ピーク状に効率の良い点が現れる。また、V_cが高い電圧のとき(200V)は、高い電子放出効率(約0.67%)が得られた。

【0211】【実施例6】本実施例は、先述したような蛍光板の「焼け」による劣化を防止するために、電子放出効率を一定に保持しつつ、電子ビームの形状を制御したものである。

【0212】本実施例で用いた電子放出素子の構造は、実施例1の構造(図1参照)と同一のものである。図24に、電界補正電極に加える電圧と、アノード電圧を同時に変化させ、かつ、電場の特異点22の位置が一定になるように制御したときの、電位分布の模式図と、電子軌道(実線矢印)の模式図を示す。

【0213】本実施例では、電子放出素子とアノード板21との距離hを、 5×10^{-3} [m]、電極位置と、陰極側素子電極と電界補正電極のギャップの中央部の距離bを、 4×10^{-6} [m]とした。このため、前記(9)式中の $h/\pi b = 5 \times 10^3 / (3.14 \times 4 \times 10^{-7}) = 400$ であるので、前記(9)式の値、即ちV_a+400V_cを一定にするように、より具体的にはV_a+400V_c=14000 [V]となるように、経時的に電界補正電極の電位を25Vから30V、アノード電位を2KVから4KVまで変化させた。これらの電位の変化にしたがって、電子の放出効率は変化しなかったが、電子のアノード板21での到達位置は、図24

(a)、(b)の上部に示した強度分布のように変化した。

【0214】以上のように、本実施例では、アノード板に蛍光体を置いた際に経時的に上記の操作をする事によって、輝度を変化させる事なく、蛍光体の劣化を弱める事が可能となった。

【0215】【実施例7】本実施例では、本発明の表面伝導型電子放出素子の多数個を単純マトリクス配置した図9に示したような電子源を用いて、図10に示したような画像形成装置を作製した例を説明する。

【0216】複数の導電性膜がマトリクス配線された基板1の一部の平面図を図25に示す。また、図中のA-A'断面図を図26に示す。但し、図9、図10、図25及び図26において同じ符号は同じ部材を示す。

【0217】ここで1は基板、102はX方向配線(上配線とも呼ぶ)、103はY方向配線(下配線とも呼ぶ)、106は電界補正電極用配線、3は導電性膜、4は陰極側素子電極、5は陽極側素子電極、401は層間絶縁層、402は陽極側素子電極5と下配線103との電気的接続のためのコンタクトホールである。

【0218】先ず、本実施例の電子源の製造方法を工程順に従って具体的に説明する。

【0219】【工程-a】十分に清浄化した青板ガラス上に厚さ0.5 μ mのシリコン酸化膜をスパッタ法で形成した基板1上に、真空蒸着により、厚さ5nmのCr、厚さ600nmのAuを順次堆積した後、ホトレジスト(AZ1370/ヘキスト社製)をスピナーにより回転塗布し、ベークした後、ホトマスク像を露光、現像して、下配線103、電界補正電極7及びその配線106のレジストパターンを形成し、Au/Cr堆積膜をウェットエッチングして、所望の形状の下配線103、及び電界補正電極7及び配線106を形成した。

【0220】【工程-b】次に、厚さ1.0 μ mのシリコン酸化膜からなる層間絶縁層401をRFスパッタ法により堆積した。

【0221】【工程-c】工程bで堆積したシリコン酸化膜にコンタクトホール402を形成するためのホトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層401をエッチングしてコンタクトホール402を形成すると共に、電界補正電極7上のシリコン酸化膜を除去した。エッチングはCF₄とH₂ガスを用いたRIE(Reactive Ion Etching)法によった。

【0222】【工程-d】その後、素子電極パターンをホトレジスト(RD-2000N-41/日立化成社製)で形成し、真空蒸着法により、厚さ5nmのTi、厚さ100nmのNiを順次堆積した。ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフし、素子電極4、5を形成した。尚、素子電極間ギャップの形状は実施例2と同様とした。

【0223】【工程-e】素子電極4、5の上に上配線102のホトレジストパターンを形成した後、厚さ5nm

mのTi、厚さ500nmのAuを順次真空蒸着により堆積し、リフトオフにより不要の部分を除去して、所望の形状の上配線102を形成した。

【0224】[工程-f]次に、導電性膜3を形成するために、素子電極間ギャップ及びこの近傍に開口を有するメタルマスクにより、膜厚1000ÅのCr膜を真空蒸着により堆積・パターニングし、その上に有機Pd (ccp4230/奥野製薬(株)製)をスピナーにより回転塗布し、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。こうして形成された主として酸化パラジウムよりなる微粒子からなる導電性膜3の膜厚は約100Å、シート抵抗値は $5 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。

【0225】[工程-g]上記Cr膜及び焼成後の導電性膜3を酸エッチャントによりエッチングして所望のパターンを形成した。

【0226】[工程-h]コンタクトホール402部分以外にレジストを塗布してパターンを形成し、真空蒸着により厚さ5nmのTi、厚さ500nmのAuを順次堆積した。リフトオフにより不要の部分を除去することにより、コンタクトホール402を埋め込んだ。

【0227】以上の工程により、絶縁性基板1上に電界補正電極7及び配線106、下配線103、層間絶縁層401、上配線102、素子電極4、5、導電性膜3等を形成し、未フォーミングの電子源を得た。

【0228】次に、以上のようにして作製した複数の導電性膜3がマトリクス配線された基板1(図25)を用いて画像形成装置を作製した。作製手順を図10と図11を用いて説明する。

【0229】まず、上記複数の導電性膜3がマトリクス配線された基板1(図25)をリアプレート111上に固定した後、基板1の5mm上方に、フェースプレート116(ガラス基板113の内面に蛍光膜114とメタルバック115が形成されて構成される)を支持棒112を介して配置し、フェースプレート116、支持棒112、リアプレート111の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で430℃で10分以上焼成することによって封着した。またリアプレート111への基板1の固定もフリットガラスで行った。

【0230】画像形成部材であるところの蛍光膜114は、カラーを実現するために、ストライプ形状(図11(a)参照)の蛍光体とし、先にブラックストライプを形成し、その間隙部にスラリー法により各色蛍光体122を塗布して蛍光膜114を作製した。ブラックストライプの材料としては、通常よく用いられている黒鉛を主成分とする材料を用いた。

【0231】また、蛍光膜114の内面側にはメタルバック115を設けた。メタルバック115は、蛍光膜114の作製後、蛍光膜114の内面側表面の平滑化処理(通常、フィルミングと呼ばれる)を行い、その後、A1を真空蒸着することによって作製した。

【0232】フェースプレート116には、更に蛍光膜114の導電性を高めるため、蛍光膜114の外側面に透明電極を設ける場合もあるが、本実施例ではメタルバック115のみで十分な導電性が得られたので省略した。

【0233】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体122と表面伝導型電子放出素子104とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行った。

【0234】以上のようにして完成した外囲器118内の雰囲気は排気管(不図示)を通じ真空ポンプにて 10^{-6} Torr程度の真空度まで排気した後、外部端子Dx1ないしDxmとDy1ないしDy_nを通じ、表面伝導型電子放出素子104の素子電極4、5間に電圧を印加し、前述のフォーミング処理を行い、電子放出部2を形成した。

【0235】フォーミング処理には図5(b)に示した電圧波形(但し、三角波ではなく矩形波)を用いた。本実施例ではT1を1ミリ秒、T2を10ミリ秒とした。

【0236】このようにして形成された電子放出部2は、パラジウム元素を主成分とする微粒子が分散配置された状態となり、その微粒子の平均粒径は30Åであった。

【0237】次にフォーミングと同一のT1、T2を有する矩形波(波高14V)で、アセトンで 10^{-3} Torr導入して、素子電流If、放出電流Ieを測定しながら、活性化処理を行った。

【0238】この後、不図示の排気管を通じ、外囲器118内を 10^{-7} Torr程度の真空度まで排気し、該排気管をガスバーナーで熱することで溶着し、外囲器118の封止を行った。最後に、封止後の真空度を維持するために、高周波加熱法でゲッター処理を行った。ゲッターはBa等を主成分とした。

【0239】以上のようにして完成した表示パネル201(図10参照)において、容器外端子Dx1ないしDxmとDy1ないしDy_nを通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段より夫々表面伝導型電子放出素子104に印加することにより電子放出させ、容器外端子Dc1ないしDcnを通じて一定電圧を印加しながら、高圧端子Hvを通じてメタルバック114に数kV以上の高圧を印加して、電子ビームを加速し、蛍光膜115に衝突させ、励起・発光させることで画像表示を行うことができた。

【0240】本実施例では、各電子放出素子から放出される電子量の制御を、単純マトリクスにより各電子放出素子を駆動させることで行ったが、先の実施例でも説明したように、本発明の電子放出素子は、電界補正電極に印加する電圧V_eを変化させることによっても電子放出量を変化させるため、各電子放出素子の電界補正電極にマトリクス状に配線を行って、電圧V_eを制御するこ

とにより各電子放出素子の電子放出量を制御することも可能である。

【0241】【実施例8】図27は、前述の表面伝導型電子放出素子を電子源として用いたディスプレイパネルに、例えばテレビジョン放送を初めとする種々の画像情報源より提供される画像情報を表示できるように構成した本発明の画像形成装置の一例を示す図である。

【0242】図中201はディスプレイパネル、1001はディスプレイパネルの駆動回路、1002はディスプレイコントローラ、1003はマルチプレクサ、1004はデコーダ、1005は入出力インターフェース回路、1006はCPU、1007は画像生成回路、1008及び1009及び1010は画像メモリーインターフェース回路、1011は画像入力インターフェース回路、1012及び1013はTV信号受信回路、1014は入力部である。

【0243】尚、本画像形成装置は、例えばテレビジョン信号のように、映像情報と音声情報の両方を含む信号を受信する場合には当然映像の表示と同時に音声を再生するものであるが、本発明の特徴と直接関係しない音声情報の受信、分離、再生、処理、記憶等に関する回路やスピーカー等については説明を省略する。

【0244】以下、画像信号の流れに沿って各部の機能を説明する。

【0245】まず、TV信号受信回路1013は、例えば電波や空間光通信等のような無線伝送系を用いて伝送されるTV信号を受信するための回路である。

【0246】受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、例えばNTSC方式、PAL方式、SECAM方式等、いずれの方式でもよい。また、これらより更に多数の走査線よりなるTV信号、例えばMUSE方式を初めとする所謂高品位TVは、大面積化や大画素数化に適した前記ディスプレイパネルの利点を生かすのに好適な信号源である。

【0247】TV信号受信回路1013で受信されたTV信号は、デコーダ1004に出力される。

【0248】TV信号受信回路1012は、例えば同軸ケーブルや光ファイバー等のような有線伝送系を用いて伝送されるTV信号を受信するための回路である。前記TV信号受信回路1013と同様に、受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、また本回路で受信されたTV信号もデコーダ1004に出力される。

【0249】画像入力インターフェース回路1011は、例えばTVカメラや画像読み取りスキャナなどの画像入力装置から供給される画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ1004に出力される。

【0250】画像メモリーインターフェース回路1010は、ビデオテープレコーダー（以下VTRと略す）に記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り

込まれた画像信号はデコーダ1004に出力される。

【0251】画像メモリーインターフェース回路1009は、ビデオディスクに記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ1004に出力される。

【0252】画像メモリーインターフェース回路1008は、静止画ディスクのように、静止画像データを記憶している装置から画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた静止画像データはデコーダ1004に入力される。

【0253】入出力インターフェース回路1005は、本表示装置と、外部のコンピュータもしくはコンピュータネットワークもしくはプリンタなどの出力装置とを接続するための回路である。画像データや文字・図形情報の入出力を行うのは勿論のこと、場合によっては本画像形成装置の備えるCPU1006と外部の間で制御信号や数値データの入出力などを行うことも可能である。

【0254】画像生成回路1007は、前記入出力インターフェース回路1005を介して外部から入力される画像データや文字・図形情報や、あるいはCPU1006より出力される画像データや文字・図形情報に基づき、表示用画像データを生成するための回路である。本回路の内部には、例えば画像データや文字・図形情報を蓄積するための書き換え可能メモリーや、文字コードに対応する画像パターンが記憶されている読み出し専用メモリーや、画像処理を行うためのプロセッサ等をもつとして、画像の生成に必要な回路が組み込まれている。

【0255】本回路により生成された表示用画像データは、デコーダ1004に出力されるが、場合によっては前記入出力インターフェース回路1005を介して外部のコンピュータネットワークやプリンタに出力することも可能である。

【0256】CPU1006は、主として本表示装置の動作制御や、表示画像の生成や選択や編集に関わる作業を行う。

【0257】例えば、マルチプレクサ1003に制御信号を出力し、ディスプレイパネルに表示する画像信号を適宜選択したり組み合わせたりする。その際には表示する画像信号に応じてディスプレイパネルコントローラ1002に対して制御信号を発生し、画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）や画面の走査線の数など表示装置の動作を適宜制御する。また、前記画像生成回路1007に対して画像データや文字・図形情報を直接出力したり、あるいは前記入出力インターフェース回路1005を介して外部のコンピュータやメモリーをアクセスして画像データや文字・図形情報を入力する。

【0258】尚、CPU1006は、これ以外の目的の作業にも関わるものであってよい。例えば、パーソナル

コンピュータやワードプロセッサ等のように、情報を生成したり処理する機能に直接関わってもよい。あるいは前述したように、入出力インターフェース回路1005を介して外部のコンピュータネットワークと接続し、例えば数値計算等の作業を外部機器と協同して行ってもよい。

【0259】入力部1014は、前記CPU1006に使用者が命令やプログラム、あるいはデータなどを入力するためのものであり、例えばキーボードやマウスの他、ジョイスティック、バーコードリーダー、音声認識装置等の多様な入力機器を用いることが可能である。

【0260】デコーダ1004は、前記1007ないし1013より入力される種々の画像信号を3原色信号、又は輝度信号とI信号、Q信号に逆変換するための回路である。尚、図中に点線で示すように、デコーダ1004は内部に画像メモリを備えるのが望ましい。これは、例えばMUSE方式を初めとして、逆変換するに際して画像メモリを必要とするようなテレビ信号を扱うためである。

【0261】画像メモリを備える事により、静止画の表示が容易になる。あるいは前記画像生成回路1007及びCPU1006と協同して、画像の引き、補間、拡大、縮小、合成を初めとする画像処理や編集が容易になるという利点が得られる。

【0262】マルチプレクサ1003は、前記CPU1006より入力される制御信号に基づき、表示画像を適宜選択するものである。即ち、マルチプレクサ1003はデコーダ1004から入力される逆変換された画像信号の中から所望の画像信号を選択して駆動回路1001に出力する。その場合には、一画面表示時間内で画像信号を切り換えて選択することにより、所謂多画面テレビのように、一画面を複数の領域に分けて領域によって異なる画像を表示することも可能である。

【0263】ディスプレイパネルコントローラ1002は、前記CPU1006より入力される制御信号に基づき、駆動回路1001の動作を制御するための回路である。

【0264】ディスプレイパネルの基本的な動作に関わるものとして、例えばディスプレイパネルの駆動用電源（図示せず）の動作シーケンスを制御するための信号を駆動回路1001に対して出力する。ディスプレイパネルの駆動方法に関わるものとして、例えば画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）を制御するための信号を駆動回路1001に対して出力する。また、場合によっては、表示画像の輝度やコントラストや色調やシャープネスといった画質の調整に関わる制御信号を駆動回路1001に対して出力する場合もある。

【0265】駆動回路1001は、ディスプレイパネル201に印加する駆動信号を発生するための回路であ

り、前記マルチプレクサ1003から入力される画像信号と、前記ディスプレイパネルコントローラ1002より入力される制御信号に基づいて動作するものである。

【0266】以上、各部の機能を説明したが、図27に例示した構成により、本画像形成装置においては多様な画像情報源より入力される画像情報をディスプレイパネル201に表示することが可能である。即ち、テレビジョン放送を初めとする各種の画像信号は、デコーダ1004において逆変換された後、マルチプレクサ1003において適宜選択され、駆動回路1001に入力される。

一方、ディスプレイコントローラ1002は、表示する画像信号に応じて駆動回路1001の動作を制御するための制御信号を発生する。駆動回路1001は、上記画像信号と制御信号に基づいてディスプレイパネル201に駆動信号を印加する。これにより、ディスプレイパネル201において画像が表示される。これらの一連の動作は、CPU1006により統括的に制御される。

【0267】本画像形成装置においては、前記デコーダ1004に内蔵する画像メモリや、画像生成回路1007及び情報の中から選択したものを表示するだけでなく、表示する画像情報に対して、例えば拡大、縮小、回転、移動、エッジ強調、引き、補間、色変換、画像の縦横比変換等を初めとする画像処理や、合成、消去、接続、入れ換え、嵌め込み等を初めとする画像編集を行うことも可能である。また、本実施例の説明では特に触れなかったが、上記画像処理や画像編集と同様に、音声情報に関しても処理や編集を行なうための専用回路を設けてもよい。

【0268】従って、本画像形成装置は、テレビジョン放送の表示機器、テレビ会議の端末機器、静止画像及び動画画像を扱う画像編集機器、コンピュータの端末機器、ワードプロセッサを初めとする事務用端末機器、ゲーム機などの機能を一台で兼ね備えることが可能で、産業用あるいは民生用として極めて応用範囲が広い。

【0269】尚、図27は、表面伝導型電子放出素子を電子ビーム源とする表示パネルを用いた画像形成装置とする場合の構成の一例を示したに過ぎず、本発明の画像形成装置がこれのみに限定されるものでないことは言うまでもない。

【0270】例えば図27の構成要素の内、使用目的上必要のない機能に関わる回路は省いても差し支えない。また、これとは逆に、使用目的によっては更に構成要素を追加してもよい。例えば、本表示装置をテレビ電話機として応用する場合には、テレビカメラ、音声マイク、照明機、モデムを含む送受信回路等を構成要素に追加するのが好適である。

【0271】本画像形成装置においては、とりわけ表面伝導型電子放出素子を電子源としているので、ディスプレイパネルの薄形化が容易であり、画像形成装置の奥行きを小さくすることができる。それに加えて、表面伝導

型電子放出素子を電子ビーム源とする表示パネルは大画面化が容易で輝度が高く視野角特性にも優れるため、画像形成装置は臨場感にあふれ、迫力に富んだ画像を視認性良く表示することが可能である。

【0272】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、電子放出部においては電子を放出せしめる十分に大きな基板平行方向の電界を有し、電子放出部近傍では今度は電子の電極への再落下を少なくするようにできるので、非常に効率のよい電子放出素子が得られる。

【0273】また、多数の電子放出素子を配列形成した大面積電子源においては、各電子放出素子の電子放出効率の向上が実現され、上記電子源を用いた画像形成装置においては、高輝度化と高コントラスト化が成され、画像品位が大幅に向上した。

【0274】また、電子放出効率の向上により、消費電力が少なく周辺回路等の負担も軽減され安価な装置が提供できる。

【0275】以上のように、本発明によれば、カラー画像に対応可能で、高輝度且つ高コントラストで表示品位の高い大面積フラットディスプレイが実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子放出素子の一例である表面伝導型電子放出素子の一例を模式的に示した平面図及び縦断面図である。

【図2】本発明の電子放出素子における、電界補正電極による作用を説明するための電位分布図である。

【図3】従来例の表面伝導型電子放出素子における電位分布図である。

【図4】図1の表面伝導型電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【図5】フォーミング処理に用いる電圧波形の一例である。

【図6】本発明の表面伝導型電子放出素子の電子放出特性を測定するための測定評価系の一例を示す概略的構成図である。

【図7】本発明の表面伝導型電子放出素子の電子放出特性の典型的な例を示す図である。

【図8】本発明の表面伝導型電子放出素子における、電界補正電極に印加する電圧と放出電流との関係を示す図である。

【図9】単純マトリクス配置の本発明の電子源の概略的構成図である。

【図10】単純マトリクス配置の電子源を用いた本発明の画像形成装置に用いる表示パネルの概略的構成図である。

【図11】図10の表示パネルにおける蛍光膜を示す図である。

【図12】図10の表示パネルを駆動する駆動回路の一例を示す図である。

【図13】梯子型配置の本発明の電子源の概略的平面図である。

【図14】梯子型配置の電子源を用いた本発明の画像形成装置に用いる表示パネルの概略的構成図である。

【図15】実施例1にて示す電子放出素子の特性図である。

【図16】実施例2にて示す電子放出素子の縦断面図である。

【図17】実施例2にて示す電子放出素子の特性図である。

【図18】実施例3にて示す電子放出素子の平面図及び縦断面図である。

【図19】実施例3にて示す電子放出素子の特性図である。

【図20】実施例4にて示す電子放出素子の縦断面図である。

【図21】実施例4にて示す電子放出素子の特性図である。

【図22】実施例5にて示す電子放出素子の縦断面図である。

【図23】実施例5にて示す電子放出素子の特性図である。

【図24】実施例6にて示す電子放出素子における電界分布と電子軌道の模式図である。

【図25】実施例7にて示す単純マトリクス配置の電子源の部分平面図である。

【図26】図25の電子源の部分断面図である。

【図27】実施例8にて示す画像形成装置のブロック図である。

【図28】従来例の表面伝導型電子放出素子の構成を示す図である。

【図29】従来例の表面伝導型電子放出素子における、放出電子の素子電極への吸い込みを説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電子放出部
- 3 導電性膜
- 4 陰極側素子電極
- 5 陽極側素子電極
- 6 亀裂
- 7 電界補正電極
- 21 電子放出部2より放出される電子を捕捉するためのアノード電極
- 22 特異点(よどみ点)
- 51 表面伝導型電子放出素子に素子電圧 V_f を印加するための電源
- 52 導電性膜3を流れる素子電流 I_f を測定するための電流計
- 53 アノード電極21に電圧を印加するための高圧電

源

54 電子放出部2より放出される放出電流 I_e を測定するための電流計55 電界補正電極7に電圧 V_c を印加するための電源

56 電界補正電極7に流れる電流を測定するための電流計

57 真空装置

58 排気ポンプ

102 X方向配線

103 Y方向配線

104 表面伝導型電子放出素子

105 結線

106 電界補正電極用配線

111 リアプレート

112 支持棒

113 ガラス基板

114 蛍光膜

115 メタルバック

116 フェースプレート

118 外囲器

121 黒色導電材

122 蛍光体

201 表示パネル

202 走査回路

203 制御回路

204 シフトレジスタ

205 ラインメモリ

206 同期信号分離回路

207 変調信号発生器

301 表示パネル

302 グリッド電極

303 開口

304 共通配線

401 層間絶縁層

402 コンタクトホール

1001 駆動回路

1002 ディスプレイコントローラ

1003 マルチプレクサ

1004 デコーダ

1005 入出力インターフェース回路

1006 CPU

1007 画像生成回路

1008 画像メモリーインターフェース回路

1009 画像メモリーインターフェース回路

1010 画像メモリーインターフェース回路

1011 画像入力インターフェース回路

1012 TV信号受信回路

1013 TV信号受信回路

1014 入力部

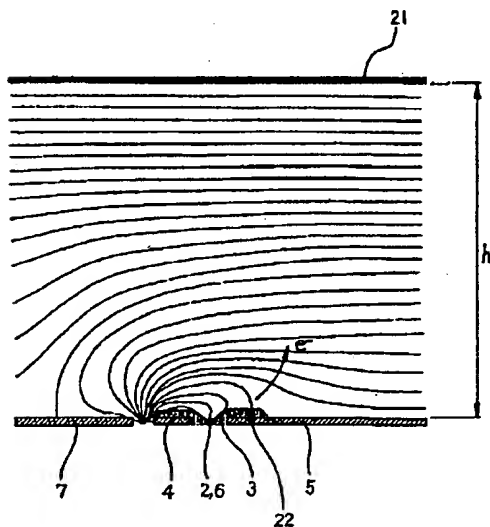
2001 基板

2002 電子放出部

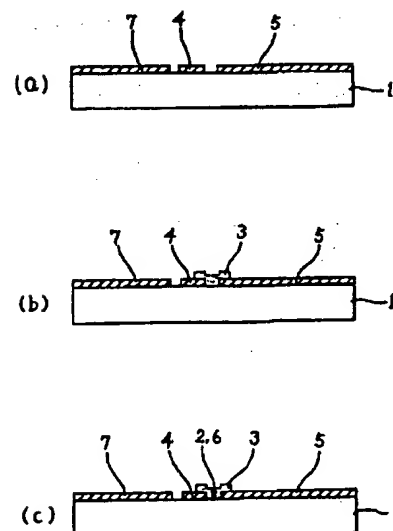
2003 導電性膜

2004, 2005 素子電極

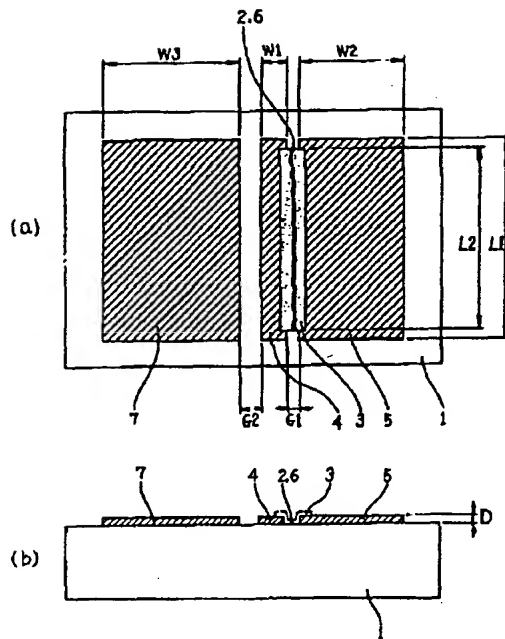
【図2】



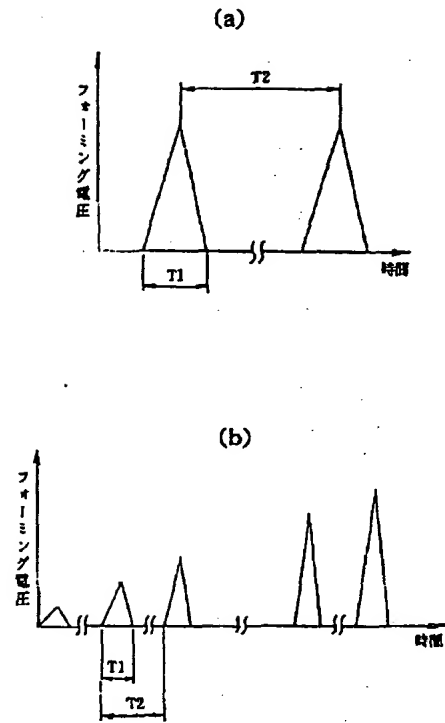
【図4】



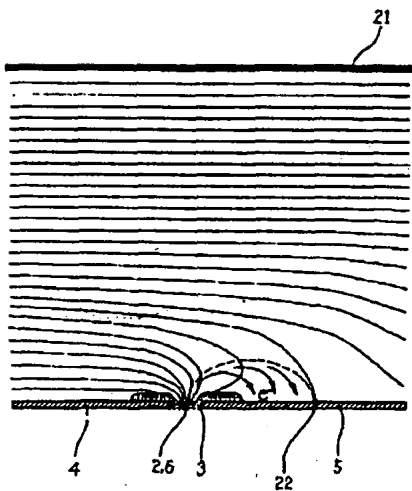
【図1】



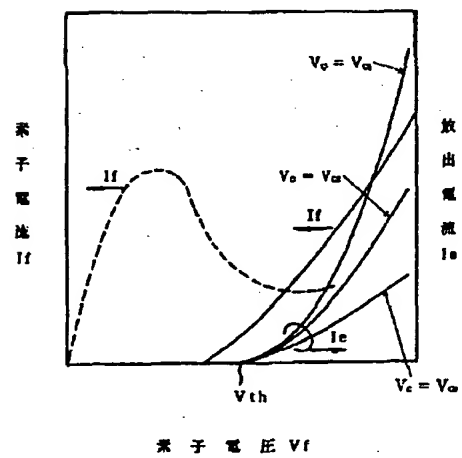
【図5】



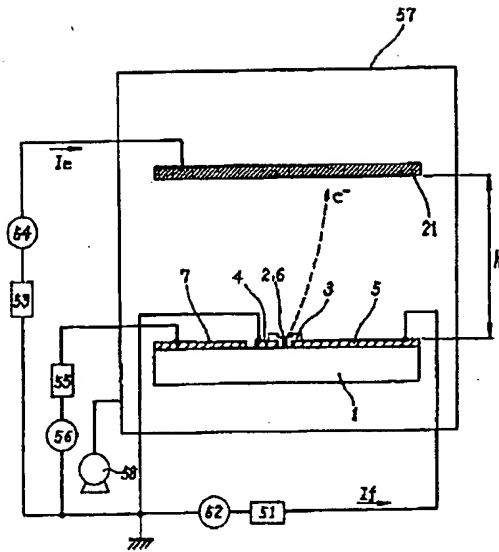
【図3】



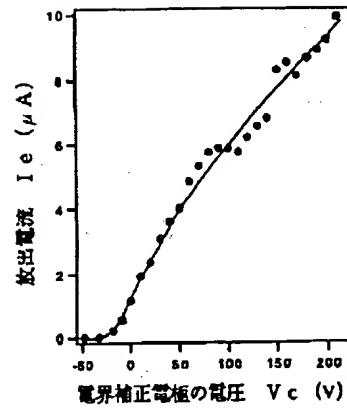
【図7】



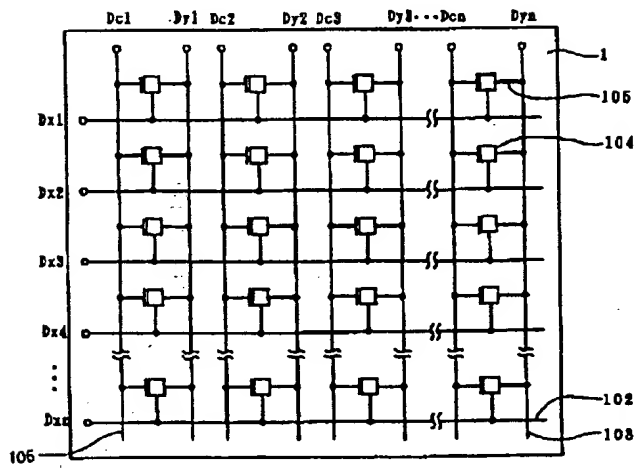
【図6】



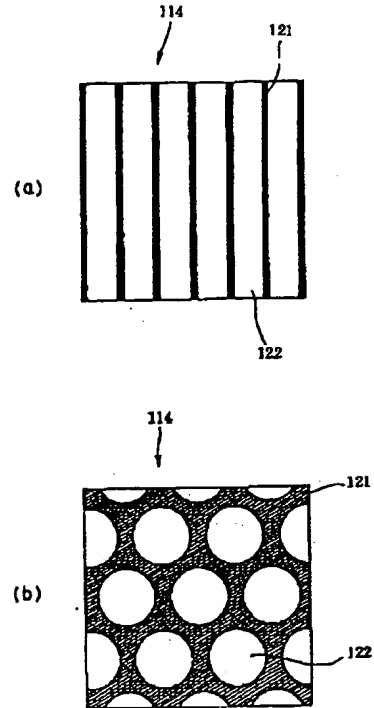
【図8】



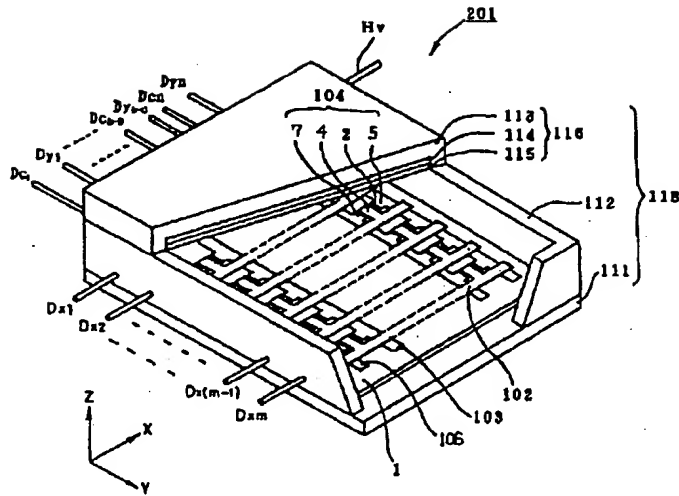
【図9】



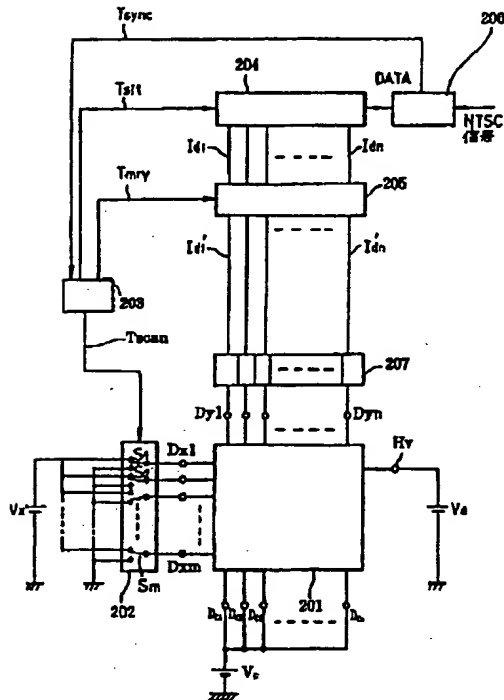
【図11】



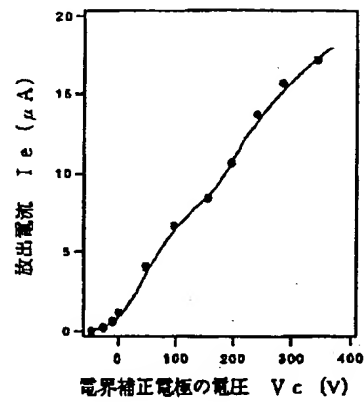
【図10】



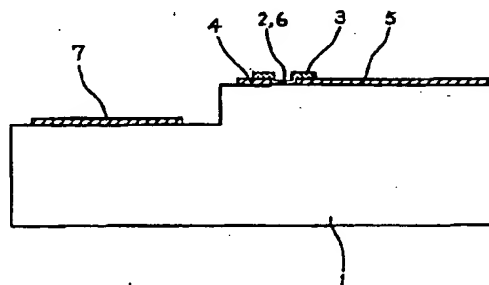
【図12】



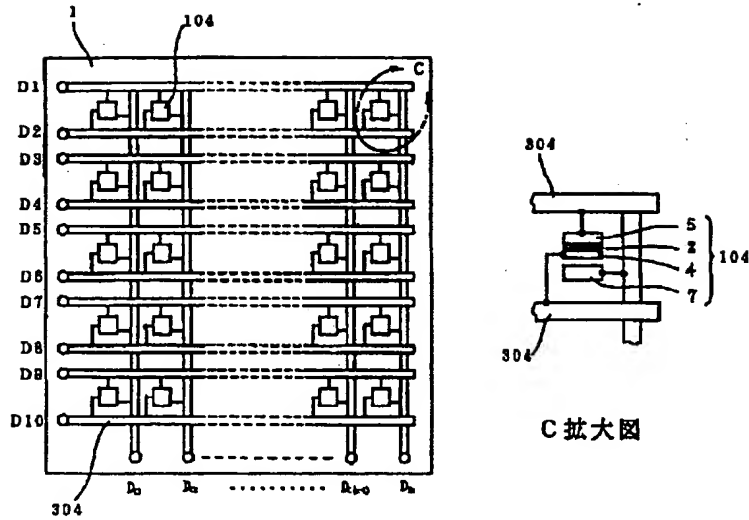
【図15】



【図16】

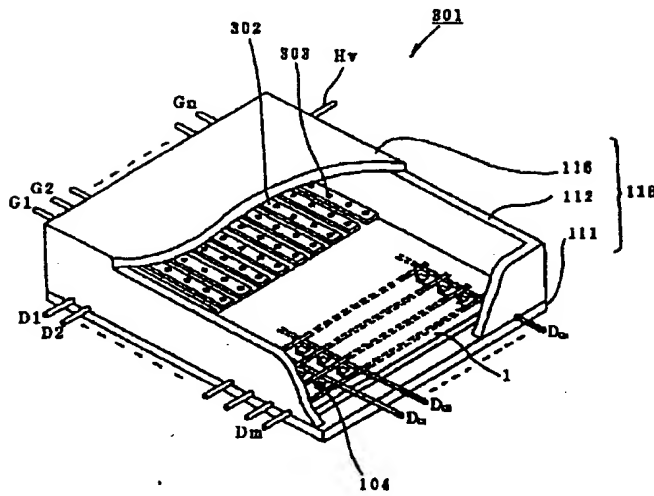


【図13】

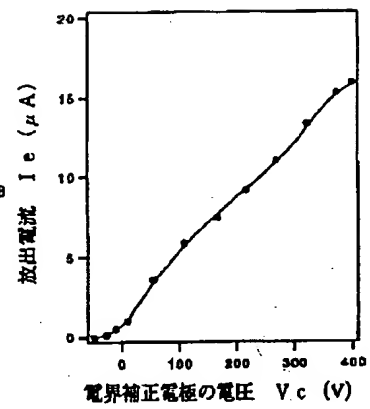


C 拡大図

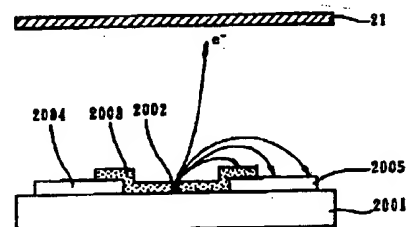
【図14】



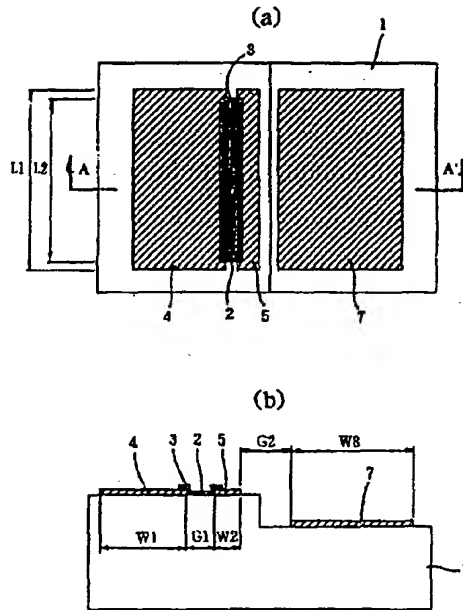
【図17】



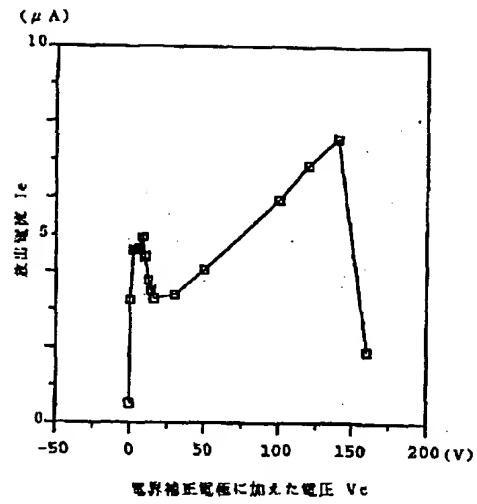
【図29】



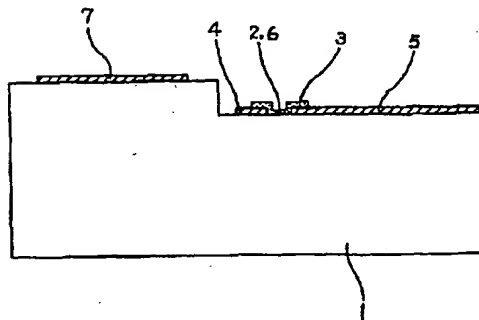
【図18】



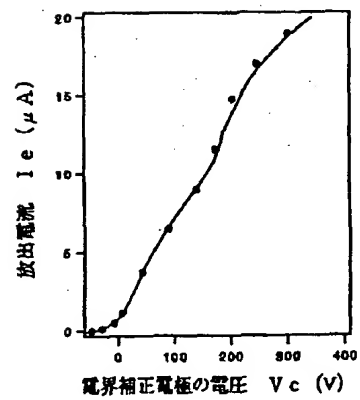
【図19】



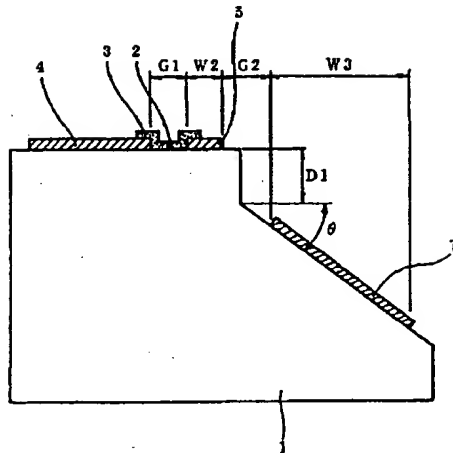
【図20】



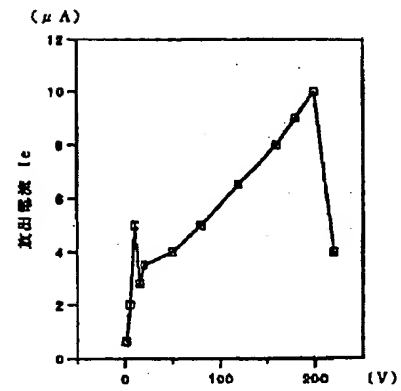
【図21】



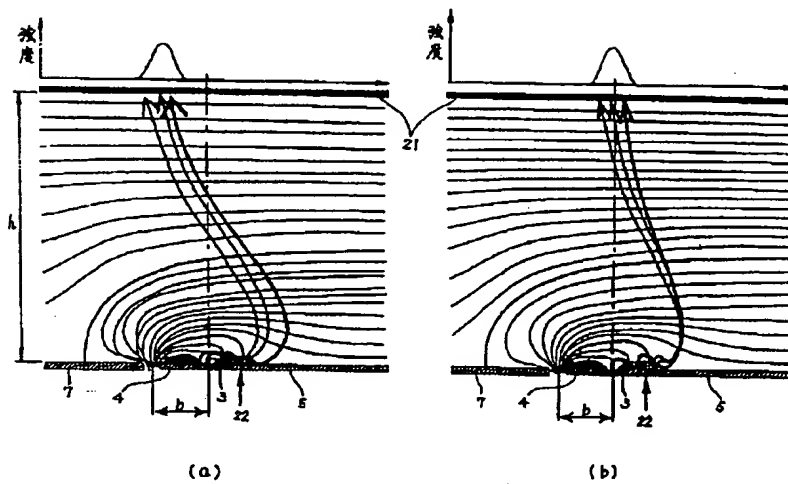
【図22】



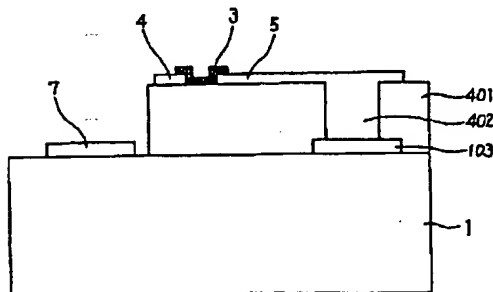
【図23】

電界補正電極に加えた電圧 V_c

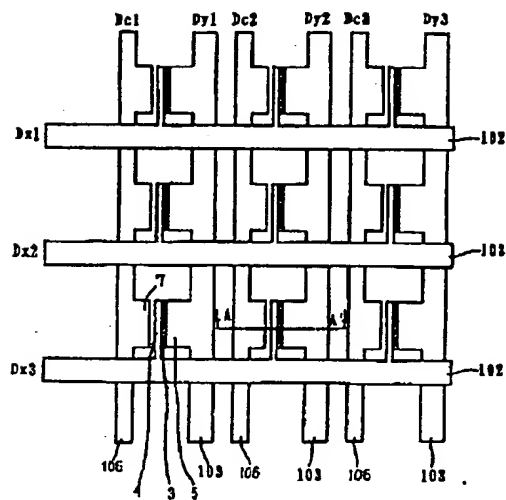
【図24】



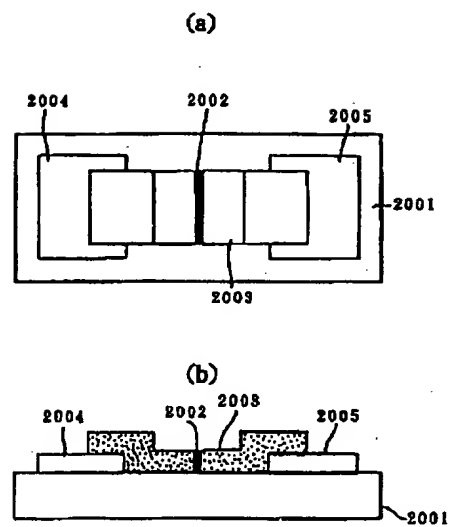
【図26】



【図25】



【図28】



【図27】

